

Längsschnitt-Studie über die
Entwicklung der Leistungsfähigkeit
bei Männern im mittleren Lebensalter

Gerhard Thalhammer

—
1981
—



Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41551902_0029

Aus dem Institut für die Prophylaxe der Kreislaufkrankheiten
bei der Universität München
Direktor (Vorstand): Prof. Dr. G. Schimert

Längsschnitt - Studie
über die
Entwicklung der Leistungsfähigkeit
bei Männern im mittleren Lebensalter

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung der Doktorwürde in der gesamten
Medizin an der Ludwig-Maximilians-Universität
zu München

vorgelegt
von
Gerhard Thalhammer
aus
Neubiberg

Jahr

1981

Mit Genehmigung des Fachbereichs Medizin
der Universität München

Berichterstatter: Prof. Dr. H. Schwalb
Mitberichterstatter: Prof. Dr. G. Schimert
Dekan: Prof. Dr. Spann

Tag der mündlichen Prüfung: 30. 7. 81



Herrn Prof. Dr. H. S c h w a l b möchte ich an dieser Stelle herzlich danken für die Überlassung des Themas und für seine freundliche Beratung.

Herrn Prof. Dr. G. S c h i m e r t danke ich dafür, daß ich an seinem Institut die notwendigen Arbeiten durchführen konnte.

Mein weiterer Dank gilt besonders auch Frau Gisela M e i e r , die mich bei der Auswertung der Untersuchungsergebnisse und bei der Bewältigung der organisatorischen Probleme stets hilfreich unterstützte.

Meiner Frau

Inhaltsverzeichnis

	Seite
A. Einleitung und Fragestellung	1
B. Methodik	
I. Untersuchungsgut	3
II. Untersuchungsmethoden und -kriterien	5
III. Statistische Auswertung	8
IV. Kritische Betrachtung zur Untersuchungsmethodik und Auswertung	10
C. Darstellung der Ergebnisse	14
D. Diskussion der Ergebnisse	19
E. Zusammenfassung und Schlußfolgerung	29
F. Literaturverzeichnis	31
G. Tafeln und Bilder	48
H. Lebenslauf	68

A. Einleitung und Fragestellung

Seit den Anfängen der Spiroergometrie versuchen viele Untersucher Grenzen der Lungenfunktion und der Leistungsfähigkeit des Herz-Kreislaufsystems zu definieren und für deren Bestimmung geeignete Parameter zu finden.

Diesem Ziel dienen die verschiedensten Funktionsprüfungen einzelner Organe und Organsysteme sowie der Erfassung der vegetativen Steuerung der verschiedenen Funktionskreise, da die Leistungsbreite der Organe nicht allein von ihrem morphologischen Zustand, sondern insbesondere von einer geordneten Regulation abhängig ist. Vor allem versucht man, durch Funktionsprüfungen des Herzens, des Kreislaufes und der Atmung, möglichst exakte Angaben über eine ausreichende oder gestörte Förderleistung des Herzens in Ruhe oder unter Belastungsbedingungen zu erhalten und die periphere Kreislaufregulation zu erfassen (Schellong-Test, Bestimmung der Kreislaufzeit, Bestimmung der isometrischen und isotonischen Funktionsphase des Herzens, das Kymogramm in Ruhe und Belastung, das Elektrokardiogramm und die spiroergometrischen Funktionsprüfungen des Knippingschen Arbeitskreises).

Es ist bekannt, daß die Ergebnisse derartiger Funktionsprüfungen vielfach unbefriedigend sind und die Frage nach der Leistungsfähigkeit nur ungenügend zu beantworten ist. Zum einen, weil man häufig lediglich aus Untersuchungen nach einem Belastungsmaß Rückschlüsse auf die Regulationsvorgänge während der Belastung zieht, zum anderen, weil man mit diesen Methoden vielfach nur Teilfunktionen eines Funktionskreises wie den peripheren Kreislauf, den Koronarkreislauf, die Lungenatmung oder die periphere Utilisation, oder aber nur die resultierende Funktion mehrerer Funktionskreise erfaßt.

Es gibt daher keine einfache Funktionsprüfung des Herzens, des Kreislaufes und der Atmung. Wenn man zu einer einigermaßen eindeutigen Aussage kommen will, muß durch die Kombination

mehrerer Funktionsprüfungen eine größere Anzahl von Teilfunktionen erfaßt werden, da der begrenzende Faktor der Leistungsfähigkeit sowohl in der Herzleistung, in der peripheren Kreislaufregulation oder aber in der Lungenventilation liegen kann.

Die Atmung ist untrennbar mit dem Herz- und Kreislaufgeschehen verbunden (cardio-pulmonales System). Störungen der Lungenfunktion haben vielfach Auswirkungen auf das Herz (z.B. cor-pulmonale). Umgekehrt dokumentieren sich Herzleistungsminderungen oft zuerst als Störungen der Atmung (Diffusionsstörungen der Lungen bei cardialer Linksinsuffizienz).

Bezüglich der Leistungsfähigkeit kann deshalb weder die Herz-Kreislauffunktion, noch die Atmung als alleiniges Kriterium eindeutige Schlüsse zulassen. Darüber hinaus wird auch deutlich, welchen nicht zu vernachlässigenden Einfluß der Altersfaktor auf die ergospirometrischen Parameter ausübt. Bei Querschnittsuntersuchungen wird darauf immer wieder hingewiesen.

Aufgabe der hier vorliegenden Arbeit ist es, durch eine Längsschnittuntersuchung an ein und demselben Probandenkollektiv im Zeitabstand von 10 Jahren darzustellen, welchen Einfluß das Alter, die körperliche Betätigung, das Rauchen und die Hypertonie auf ergospirometrische Parameter ausübt. Kurz:

1. Worin zeigt sich der Alterseinfluß auf die Leistungsfähigkeit?
2. Was kann als zuverlässiger Prüfwert der Leistungsfähigkeit unter Berücksichtigung des Alterseinflusses angesehen werden?
3. Welchen Einfluß auf altersbedingte Veränderungen ergospirometrischer Parameter zeigen Faktoren, die erfahrungsgemäß die Leistungsfähigkeit verändern, wie körperliche Aktivität, Rauchen und Hochdruck?

B. Methodik

I. Untersuchungsgut

Die hier vorgelegten Daten sind im wesentlichen das Ergebnis von zwei Untersuchungsreihen einer männlichen Belegschaft (von Arbeitern bis zu den leitenden Angestellten) einer Münchener Firma.

Die Erstuntersuchung (210 Probanden) wurden 1964/65 durchgeführt. Bei der Zweituntersuchung 1974/75 reduzierte sich die Anzahl auf 161 Probanden. Neunzehn waren zwischenzeitlich verstorben, dreißig waren verzogen oder aus körperlichen Gründen nicht mehr für die Untersuchung geeignet. Zu Beginn der Untersuchung 1964/65 hatten die Probanden ein Alter von 20 bis 70 Jahren.

Da erfahrungsgemäß die biologische Leistungsfähigkeit eine sichere Altersabhängigkeit zeigt, haben wir unser Untersuchungsgut, entsprechend einer weitverbreiteten Gewohnheit, nach dem Alter in Dekaden zusammengefaßt. Die Altersdekade I umfaßt die 25 - 35jährigen, die Altersdekade II die 35 - 45jährigen, die Altersdekade III die 45 - 55jährigen und die Altersdekade IV die 55 - 65jährigen.

Frühere Untersuchungen (1, 5, 15, 42, 47, 67, 85, 90, 92, 96, 108) haben einen Einfluß der körperlichen Aktivität in der Freizeit und während der Arbeit auf die verschiedenen ergospirometrischen Größen gezeigt.

Um für Vergleiche einigermaßen einheitliche Kollektive zu erhalten, war es erforderlich, unsere Probanden auch nach ihrer körperlichen Aktivität zu unterteilen.

Als regelmäßig Sporttreibende haben wir aufgrund der oben angeführten Untersuchungen diejenigen bezeichnet, die regelmäßig einen Sport mit Daueranstrengung betrieben. Als solche Dauersportarten erwiesen sich an unserem Untersuchungsgut neben den allgemeinen Disziplinen aus der Leichtathletik und einigen Kampfspielen (Fußball), besonders auch die alpinen Sportarten (Skifahren, Bergsteigen, Langlauf).

Männer, die im Rahmen ihres Berufes regelmäßig eine schwere, körperlich anstrengende Arbeit verrichteten, zeichneten sich ebenfalls durch eine bessere Kreislaufökonomie und vor allem durch durchschnittlich größere Herzen aus. Da ihre Anzahl zu gering war, haben wir die an ihnen gefundenen Untersuchungsergebnisse in dieser Arbeit nicht berücksichtigt.

Da das (relative und absolute) Körpergewicht für gewisse Parameter bedeutsam erschien, haben wir die untersuchten Kollektive weiterhin in Normal- und Übergewichtige eingeteilt.

Für die Ermittlung des relativen Körpergewichtes haben wir die Tabelle der Metropolitan Life Insurance Company (Statistical Bulletin) benutzt, die in den wissenschaftlichen Tabellen der Fa. Geigy veröffentlicht sind. Dabei haben wir ein Übergewicht angenommen, wenn das tatsächliche Gewicht mehr als 110 % des Idealgewichtes bei mittelschwerem Knochenbau betrug.

Einen erhöhten Blutdruck haben wir angenommen, wenn entweder der systolische über 145 mmHg und/oder der diastolische Ruheblutdruck über 95 mmHg lag.

Als Raucher haben wir diejenigen Probanden bezeichnet, die täglich mehr als 5 Zigaretten konsumierten.

II. Untersuchungsmethoden und -kriterien

Unsere Untersuchung umfaßte folgende Methoden:

1. Anamnese unter besonderer Berücksichtigung von Herz- und Kreislaufbeschwerden, der Vorkrankheiten, der körperlichen Aktivität im Beruf und in der Freizeit und der Rauchgewohnheiten.
2. Als Meßgrößen wurden ausgewertet:

Körpergröße, Körpergewicht, diastolisches Herzvolumen (es wurde an Hand zweier synchron aufgenommener, kymographischer Röntgenaufnahmen im sagittalen und transversalen Strahlengang mit der nach Musshoff und Reindell modifizierten Rohrer-Kahlstorf'schen Formel errechnet.

Formel: $V = 0,32 \times l \times b \times t_{\max}$; dabei ist l der Längendurchmesser, b der Breitendurchmesser und $t_{\max}$ der größte Tiefendurchmesser). Als Lungenfunktionsgröße die Vitalkapazität.

Bei einer submaximalen Leistung von 80 Watt und bei einer Leistung unter den Bedingungen eines relativen Steady-State wurden folgende Meßgrößen ermittelt:

Die Sauerstoffaufnahme (VO_2), das Atemminutenvolumen (AMV), das Atemäquivalent ($A\ddot{A}$), die Herzfrequenz (HF - aus dem EKG errechnet), der Sauerstoffpuls (O_2P) (= Sauerstoffaufnahme/Pulsschlag), der Herzvolumenleistungsquotient (= Herzvolumen/Sauerstoffpuls) und der systolische und diastolische Blutdruck (RR syst./diast.).

Die folgenden Daten wurden in Körperruhe und in ansteigenden Leistungsstufen von jeweils 40 Watt bis zu einer Leistung unter den Bedingungen eines relativen Steady-State errechnet:

Sauerstoffaufnahme, Atemminutenvolumen, Atemäquivalent, Herzfrequenz und Sauerstoffpuls.

Die spiographischen und ergospirometrischen Untersuchungen wurden an einem Spirographen nach KNIPPING (Fa. Durgatz, Typ 210, Aufbaustufe D-S) mit geschlossenem Kreislauf durchgeführt.

Die Spirographie in Ruhe und bei Belastung wurde an liegenden Patienten vorgenommen. Zur Prüfung der körperlichen Leistungsfähigkeit wurde Tretkurbelarbeit im Liegen und an einem Fahrradergometer mit Wirbelstrombremse (Universalergometer Typ 499 der Fa. Durgatz) geleistet. Die Belastung erfolgte nach dem Steady-State-Prinzip.

Es wurde mit 40 Watt begonnen und jeweils um 40 Watt bis zum Abbruch gesteigert. Ein Anstieg der Pulsfrequenz innerhalb der letzten 3 Minuten um mehr als 8/min wurde nicht mehr als Steady-State gewertet.

Die Tretgeschwindigkeit lag unter 100 Watt bei 40 Umdrehungen/min, mit 100 Watt und mehr bei 50 Umdrehungen/min.

Jede Belastungsstufe dauerte 5-6 Minuten, wobei die Sauerstoffaufnahme und die Pulsfrequenz für etwa 3 Minuten einen konstanten Wert zeigen mußten.

Die Einstellung der Tretkurbelarbeit erfolgte meist entweder wegen Erschöpfung oder wegen einer nachweisbaren Ausbelastung im Sinne der "Maximalen Ergostase".

Zur Beurteilung der Ausbelastung wurden folgende Kriterien verwendet:

1. Die im maximalen Steady-State erreichten Pulsfrequenzen mußten innerhalb des Alters entsprechenden Normbereiches liegen.

2. Das im maximalen Steady-State gemessene Atemäquivalent mußte einen Wert von 2,9 überschreiten.
3. Der Sauerstoffpuls stieg gegenüber der vorangegangenen Wattstufe nicht weiter an (Plateaubildung), oder fiel sogar ab.

III. Statistische Auswertung

Um die Altersabhängigkeit der Mittelwertsunterschiede zu zeigen, wurde in jeder Gruppe die Erstuntersuchung mit der Kontrolluntersuchung nach 10 Jahren verglichen. Es wurden angewandt:

$\bar{x}$ = arithmetischer Mittelwert, S_x = Standardabweichung.

Die Konstanten a und b der linearen Regressionsgleichung $y = a + b \cdot x$ nach der Formel:

$$a = \bar{y} - b \cdot \bar{x} \quad \text{und} \quad b = \frac{\overline{xy} - \bar{y} \cdot \bar{x}}{\overline{x^2} - \bar{x} \cdot \bar{x}}$$

Der Korrelationskoeffizient r nach der Formel:

$$r = b \cdot \frac{\overline{x^2} - \bar{x} \cdot \bar{x}}{\overline{y^2} - \bar{y} \cdot \bar{y}}$$

Die Prüfung der Signifikanz der Mittelwerte erfolgte nach dem Student-T-Test nach der Formel:

$$t = \frac{d}{s_{\sqrt{d}}}; \quad \text{wobei} \quad d = \bar{x}_1 - \bar{x}_2 \quad \text{und} \quad s_{\sqrt{d}} = \sqrt{\frac{s_1^2}{n_1} + \frac{s_2^2}{n_2}}$$

Die prozentuale Wahrscheinlichkeit p, mit der die Nullhypothese zurückgewiesen und die Alternativhypothese akzeptiert werden kann, wurde bei der Signifikanzbeurteilung der Mittelwertsunterschiede und der Korrelationskoeffizienten wie folgt definiert:

0,05	p	0,01	=	wahrscheinlich signifikant (*)
0,01	p	0,001	=	signifikant (**)
0,001	p		=	hochsignifikant (***)

Der Mittelwertsunterschied wird in % angegeben (prozentuale Differenz der Mittelwerte von 1964/65 und 1974/75) und wird im folgenden als pMU bezeichnet.

Um den Einfluß der Übergewichtigkeit, des Rauchens, der sportlichen Betätigung und des Hypertonus zu zeigen, erfolgte in jeder Altersdekade eine Gegenüberstellung mit den Normalgewichtigen, Nichtrauchern, Nichtsportlern und Nichthypertonikern.

IV. Kritische Betrachtung zur Untersuchungsmethodik und Auswertung

Im Mittelpunkt der ergospirometrischen Untersuchung steht die Beurteilung der Leistungsfähigkeit, oder umgekehrt betrachtet, die Ökonomie des kardiozirkulatorischen Systems. Unter Leistungsfähigkeit verstehen wir die maximale Sauerstofftransportkapazität des Kreislaufs, die bei Arbeiten, die mit einer Dauerbeanspruchung größerer Muskelgruppen einhergeht, der maximalen körperlichen Leistungsfähigkeit proportional ist. Diese kann direkt durch die höchstmögliche körperliche Leistung oder durch die dabei aufgenommene maximale Sauerstoffmenge bestimmt werden.

Mit der Bestimmung der sogenannten maximalen Leistung im relativen Steady-State bzw. der Ergostase, bewegen wir uns in jedem Fall noch im Bereich submaximaler Belastungen. Wir sind uns bewußt, daß der Begriff des relativen Steady-State oder der maximalen Ergostase problematisch ist, da er nicht einmal eine völlige Konstanz der Kreislauffunktion während weniger Minuten, noch ein absolutes Stoffwechselgleichgewicht voraussetzt.

Marx (148) hat festgestellt, daß bei vielen Personen bei einer Belastung von 90 - 100 Watt keine Ergostase im strengen Sinne mehr vorliegt, weil trotz gleichbleibender Pulsfrequenz und Sauerstoffaufnahme die metabolische Azidose fortlaufend zunimmt. Trotz dieser Problematik bleibt die Bestimmung des maximalen Sauerstoffpulses unter den oben angegebenen Kriterien eine brauchbare Methode, die Leistungsbreite des Kreislaufs annähernd zu bestimmen. Der bei kleineren Belastungen bestimmte Sauerstoffpuls sagt etwas über die Ökonomie des Sauerstofftransportes aus, geht jedoch nicht immer der kardiozirkulatorischen Leistungsfähigkeit parallel.

Auch für die Beurteilung der Herzleistung bietet die Bestimmung der maximalen Leistungsfähigkeit gegenüber Untersuchungen auf submaximalen Belastungsstufen meist keine Vorteile. Aus fast allen Untersuchungen geht hervor, daß sich das Schlagvolumen beim Übergang von Ruhe in Arbeit nur wenig ändert. Bei hohen Belastungen muß berücksichtigt werden, daß die arterio-venöse Sauerstoffdifferenz immer mehr als variabler Faktor den Sauerstoffpuls bestimmt.

Wie schon angeführt, wurden alle spiroergometrischen Untersuchungen an unserem Patientenkollektiv bei Tretkurbelarbeit im Liegen durchgeführt. Zur richtigen Beurteilung der Aussagekraft der gefundenen Werte (auch im Vergleich mit anderen veröffentlichten Ergebnissen) ist es unabdingbar, ihre größenmäßigen Veränderungen bei verschiedenen Arbeitsformen zu kennen.

Die körperliche Belastung erfolgt meistens in Form von Handkurbelarbeit im Stehen, Fußkurbelarbeit im Sitzen und Liegen oder auf dem Laufband.

Einige Untersucher beschäftigten sich mit den Veränderungen von Atem- und Kreislauffunktionsgrößen bei verschiedenen Arbeitsformen (5, 57, 158). So ist die Herzschlagfrequenz im Steady-State, gleiche physikalische Leistung vorausgesetzt, bei Fußkurbelarbeit im Liegen um ca. 10 % niedriger als die bei Fußkurbelarbeit im Sitzen, die Atmung im Liegen dagegen unökonomischer als im Sitzen.

Man findet neben einem höheren Atemminutenvolumen und Atemäquivalent ein geringeres Sauerstoffaufnahmevermögen (93, 156, 157, 158). Ebenso sind die Meßgrößen der Lungenvolumina (102), Lungenfunktionswerte und der davon abgeleiteten Parameter in Relation zur Vergleichsmethodik zu sehen.

Besonders die Körperhaltung zeigt hier einen wesentlichen Einfluß auf statische und dynamische Lungenfunktionsgrößen (11, 13, 32, 52, 75, 138, 164, 194, 219).

So soll die Vitalkapazität infolge des Wechsels des Zwerchfell-

standes und der vermehrten Blutfülle der Lunge in Rückenlage durchschnittlich 10 % kleiner sein als im Stehen. Tageszeitliche Unterschiede sind zu berücksichtigen (85, 137). Die Vitalkapazität ist dann verändert, wenn sie vor oder nach Belastung bestimmt wurde. Verringert war die Vitalkapazität nach Belastung (148, 226).

Da es allein in Deutschland fast 20 sogenannte Sollwerte gibt (106), wurde auf einen Vergleich der erhaltenen Werte für die Vitalkapazität verzichtet, weil die empfohlenen Sollwertangaben wegen ihrer großen Unterschiede in der Berechnung sehr umstritten sind (14, 21, 30, 32, 33, 52, 72, 74, 82, 83, 101, 126, 147, 168, 171, 227, 232).

Speziell bei Adipösen (nach Broca) werden erhöhte Werte der Soll-Vitalkapazität (89) erzielt, wenn der Wert aus der gewichtsbezogenen Soll-Vitalkapazität errechnet wird.

Als Maß der Leistungsfähigkeit des Herz-Kreislaufsystems wurden der Sauerstoffpuls, der Herzvolumenleistungsquotient (mit Einschränkungen) und das Atemäquivalent bei einer submaximalen Leistung von 80 Watt, sowie bei maximaler Ergostase verwendet.

Die Größe des Sauerstoffpulses hängt im wesentlichen vom Schlagvolumen, von der Sauerstoffkapazität des Blutes und von der Sauerstoffutilisation in der Peripherie ab, eine normale Sauerstofftransportkapazität des Blutes und ein ungestörter Gasaustausch in der Lunge vorausgesetzt.

Es ist jedoch zu beachten, daß mit zunehmendem Lebensalter eine Abnahme der Schlagvolumenleistung durch eine größere arteriovenöse Differenz kompensiert werden kann.

Unter diesen Umständen darf der Sauerstoffpuls auch als Maßstab für die Leistungsfähigkeit des gesamten sauerstofftransportierenden Systems betrachtet werden.

Der Herzvolumenleistungsquotient gibt darüber Aufschluß, ob die Schlagvolumenleistung bzw. die Leistungsfähigkeit des gesamten zirkulatorischen Systems der Herzgröße adäquat ist.

Dabei ist zu berücksichtigen, daß aus dem röntgenologisch bestimmten Herzvolumen nur annäherungsweise auf das Ventrikelvolumen geschlossen werden kann. Von Schwalb (201) wurde gezeigt, daß bedeutende Zunahmen des Sauerstoffpulses über den Durchschnitt hinaus ohne entsprechende Herzvergrößerung möglich sind, und dafür periphere Faktoren verantwortlich gemacht werden müssen.

C. Darstellung der Ergebnisse

Anthropometrische Daten

1. Körpergröße und Körpergewicht

Die Körpergröße und das Körpergewicht zeigen bei der Kontrolluntersuchung nach 10 Jahren nur Veränderungen, die innerhalb der normalen Streubreite liegen und somit keine Rückschlüsse auf einen anderen Parameter zulassen.

2. Herzvolumen (Tafel Nr. 2/4/6/8, Seite 54, 56, 58, 60)

Bei der Prüfung des Zusammenhanges Herzvolumen und Alter im Untersuchungszeitraum ergab sich eine signifikante Vergrößerung des Herzvolumens in der Gruppe der 35 - 45jährigen (in der Untersuchungsgruppe im Gesamtkollektiv A 5,6 %, bei den Übergewichtigen 5,7 %, bei den Hypertonikern 6,9 % und bei den Sportlern 10,5 %).

Eine Tendenz zur Vergrößerung (prozentualer Mittelwertsunterschied 4,8 %) ergab sich für das Gesamtkollektiv A der 45 - 55jährigen. In allen anderen Altersgruppen fand sich kein Hinweis für eine Veränderung.

3. Pulsfrequenz (Tafel Nr. 2/4/6/8, Seite 54, 56, 58, 60)

Insgesamt besteht eine Tendenz zur Abnahme, jedoch sind für den Zehnjahreszeitraum die prozentualen Mittelwertsunterschiede zu gering, um einen eindeutigen Schluß zuzulassen.

4. Sauerstoffaufnahme in Ruhe (Tafel Nr. 2/4/6/8, Seite 54, 56, 58, 60)

Im Untersuchungszeitraum von 10 Jahren nahm die Sauerstoffaufnahme in Ruhe ab. So fanden wir eine hochsignifikante

Abnahme im Gesamtkollektiv A der 35 - 45jährigen (pMU -10,3 %), während in der Gruppe der Übergewichtigen (pMU -8,9 %) und der Raucher (pMU -10,2 %) nur ein Trend festzustellen war.

Ebenfalls hochsignifikant waren die Zehnjahresunterschiede in der Gruppe der 55 - 65jährigen Übergewichtigen (pMU -25,6 %) und Raucher (pMU -51,1 %). Der Unterschied im Gesamtkollektiv A (pMU -15 %) war signifikant.

5. Sauerstoffaufnahme bei 80 Watt (Tafel Nr. 2/4/6/8, Seite 54,56,58,60)

Hier ist, insbesondere in der Gruppe der 55 - 65jährigen eine geringfügige Zunahme festzustellen, während alle übrigen Gruppen unverändert sind. Es fanden sich keine signifikanten Unterschiede.

6. Sauerstoffpuls in Ruhe (Tafel Nr. 2/4/6/8, Seite 54,56,58,60)
(Bild Nr. 3, Seite 51)

Der Sauerstoffpuls in Ruhe nimmt in den untersuchten Gruppen ab. So ist die Abnahme des Sauerstoffpulses in Ruhe hochsignifikant im Gesamtkollektiv A der 25 - 35jährigen (pMU -25 %) und signifikant im Gesamtkollektiv A der 55 - 65jährigen (pMU -11,1 %). Alle übrigen prozentualen Mittelwertsunterschiede fanden wir als nicht signifikant.

Sauerstoffpuls bei 80 Watt (Tafel Nr. 3/5/7/9, Seite 55,57,59,61)
(Bild Nr. 3, Seite 51)

Die Werte der Kontrolluntersuchung unterscheiden sich nur geringfügig von denen der Anfangsuntersuchung. Sie bleiben nahezu konstant.

Sauerstoffpuls bei maximaler Ergostase

(Tafel Nr. 3/5/7/9, Seite 55,57,59,61)
(Bild Nr. 3, Seite 51)

Der maximale Sauerstoffpuls nahm innerhalb des 10-Jahresbeobachtungszeitraumes, abgesehen von der Altersgruppe der 25 - 35jährigen (Gesamtkollektiv A +1,6 %, die Übergewichtigen

+9,6 %, die Sportler +3 %, die Hypertoniker +2,5 %), in allen übrigen Untersuchungsgruppen ab. Als signifikant erwies sich die Abnahme des maximalen Sauerstoffpulses in der Gruppe der 45 - 55jährigen Übergewichtigen (prozentualer Mittelwertsunterschied -9,7 %) und Hypertoniker (prozentualer Mittelwertsunterschied -17,1 %). Für das Gesamtkollektiv A dieser Altersgruppe hingegen konnten wir nur einen Trend nachweisen (prozentualer Mittelwertsunterschied -7,5 %).

Ähnlich waren auch die Ergebnisse bei den 55 - 65jährigen Rauchern (prozentualer Mittelwertsunterschied -9,0 %) und Hypertonikern (prozentualer Mittelwertsunterschied -10,1 %). Dagegen war die Abnahme im Gesamtkollektiv A der 55 - 65jährigen (prozentualer Mittelwertsunterschied -13,3 %) als auch in der Gruppe der Übergewichtigen (prozentualer Mittelwertsunterschied -15,6 %) signifikant.

7. Herzvolumenleistungsquotient bei maximaler Ergostase
(Tafel Nr. 3/5/7/9, Seite 55,57,59,61)
(Bild Nr. 4, Seite 52)

Bei dem Vergleich der Ergebnisse der Erst- und Zweituntersuchung des Herzvolumenleistungsquotienten wurde in den Untersuchungsgruppen eine unterschiedliche Abnahme des prozentualen Mittelwertsunterschiedes gefunden.

So ist die Zunahme sowohl in der Altersgruppe der 35 - 45jährigen im Gesamtkollektiv A (prozentualer Mittelwertsunterschied 9,2 %) und bei den Übergewichtigen (prozentualer Mittelwertsunterschied 9,9 %), als auch in der Altersgruppe der 45 - 55jährigen Übergewichtigen (prozentualer Mittelwertsunterschied 14,9 %) und Hypertoniker (prozentualer Mittelwertsunterschied 26,1 %) hochsignifikant.

Ebenfalls signifikant ist die Zunahme des Herzvolumenleistungsquotienten der Übergewichtigen (prozentualer Mittelwertsunterschied 57,9 %) und im Gesamtkollektiv A (prozentualer Mittelwertsunterschied 39,9 %) in der Altersgruppe der 55 - 65jährigen.

In allen untersuchten Altersgruppen weisen die Ergebnisse darauf hin, daß sich auch bei den Rauchern der Herzvolumenleistungsquotient verschlechtert.

8. Vitalkapazität (Tafel Nr. 2/4/6/8, Seite 54,56,58,60)
(Bild Nr. 1, Seite 49)

Auch die Vitalkapazität wird innerhalb des Beobachtungszeitraumes geringer. So zeigt die Kontrolluntersuchung bei diesem Parameter deutliche prozentuale Mittelwertsunterschiede. Hochsignifikant sind diese Unterschiede in der Gruppe der 55 - 65jährigen im Gesamtkollektiv A (prozentualer Mittelwertsunterschied -10,4 %), während er bei den Übergewichtigen (prozentualer Mittelwertsunterschied -9,8 %) und Hypertonikern (prozentualer Mittelwertsunterschied -12,7 %)signifikant ist.

9. Atemminutenvolumen bei 80 Watt (Tafel Nr. 3/5/7/9, Seite 55,57,59,61)
(Bild Nr. 3, Seite 51)

In allen untersuchten Gruppen nimmt das Atemminutenvolumen bei einer submaximalen Belastung von 80 Watt innerhalb des Beobachtungszeitraumes zu.

Signifikant ist diese Erhöhung in der Gruppe der 25 - 35jährigen Raucher (prozentualer Mittelwertsunterschied 15,2 %).

Hochsignifikant war die Zunahme im Gesamtkollektiv (prozentualer Mittelwertsunterschied 14,2 %), bei den Übergewichtigen (prozentualer Mittelwertsunterschied 12,5 %) und bei den Rauchern (prozentualer Mittelwertsunterschied 14,2 %) in der Altersgruppe der 35 - 45jährigen.

Signifikant hingegen zeigten sich die Veränderungen im Gesamtkollektiv A (prozentualer Mittelwertsunterschied 14,4 %) und bei den Rauchern (prozentualer Mittelwertsunterschied 12,2 %) in der Gruppe der 45 - 55jährigen, während die Zunahme des Atemminutenvolumens bei 80 Watt bei den Übergewichtigen in dieser Altersgruppe (prozentualer Mittelwertsunterschied 13,7 %) hochsignifikant war.

In der Altersgruppe der 55 - 65jährigen fanden wir das Atemminutenvolumen im Gesamtkollektiv A (prozentualer Mittelwertsunterschied 15,8 %) und bei den Übergewichtigen (prozentualer Mittelwertsunterschied 19,6 %) signifikant erhöht.

10. Atemäquivalent (Tafel Nr. 2/3/4/5/6/7/8/9, Seite 54-61)
(Bild Nr. 2, Seite 50)

Während sich für das Atemäquivalent in Ruhe als auch für das Atemäquivalent bei maximaler Ergostase innerhalb des Beobachtungszeitraumes nur geringfügige Änderungen ergaben, konnten wir für das Atemäquivalent bei 80 Watt eine Zunahme nachweisen. So waren sowohl der Mittelwertsunterschied im Gesamtkollektiv A (prozentualer Mittelwertsunterschied 13,6 %) der 35 - 45jährigen und der 45 - 55jährigen (prozentualer Mittelwertsunterschied 13,0 %) als auch in der Gruppe der 45 - 55jährigen Übergewichtigen (prozentualer Mittelwertsunterschied 14,8 %) und der Hypertoniker (prozentualer Mittelwertsunterschied 20,3 %) hochsignifikant. Als signifikant fanden wir den Mittelwertsunterschied in der Gruppe der 55 - 65jährigen Übergewichtigen (prozentualer Mittelwertsunterschied 15,0 %).

Erhöht fanden wir auch bei der Kontrolluntersuchung in den übrigen Gruppen den Wert des Atemäquivalents bei 80 Watt, jedoch konnten wir eine Signifikanz nicht nachweisen.

D. Diskussion der Ergebnisse

Vitalkapazität (Tafel Nr. 10, Seite 62
und Nr. 15, Seite 67)

Umstritten ist in der Literatur der Zeitpunkt der physiologischen Altersinvolution der Lungenfunktion.

Die Vitalkapazität zeigt eine Abnahme mit dem Alter, die auch in vielen anderen Veröffentlichungen unbestritten ist (1, 4, 14, 22, 26, 33, 47, 49, 69, 73, 76, 95, 99, 106, 119, 131, 145, 168, 210, 229, 231, 232).

Nach Anthony-Venrath (4), Hollmann u.a. (99) erreicht die Vitalkapazität mit 25 Jahren ein Maximum. Ab diesem Zeitpunkt erfolgt dann eine kontinuierliche Abnahme. Ein Optimum zeigt die Vitalkapazität bei den 20 - 30jährigen (Landen (131)). So nimmt die Vitalkapazität nach seinen Untersuchungen mit dem 30. Lebensjahr ab.

Im dritten Lebensjahrzehnt finden Jäger (106), Bühlmann u.a. (33) und Zehnder (232) ebenfalls einen Höhepunkt der Vitalkapazität. In einer neueren Veröffentlichung (1975) kommt Mandy (145) zu dem Ergebnis, daß die Vitalkapazität bis zum 35. Lebensjahr zunimmt, dann bis zum 70. Lebensjahr ständig abnimmt und sich nach dem 70. Lebensjahr nur noch langsam verringert.

Bei Worth (229) bleibt die Vitalkapazität bis zum 40. Lebensjahr ziemlich konstant, dann erst zeigt sich ein größeres Absinken. In der hier durchgeführten Longitudinaluntersuchung ergeben sich für das Zehnjahresintervall deutliche prozentuale Mittelwertsunterschiede. Signifikant ist dieser Unterschied aber nur bei den 55 - 65jährigen und stimmt mit den oben zitierten Ergebnissen überein.

Auch wir finden in unserer Untersuchung erst in der Gruppe der 35 - 45jährigen eine größere Differenz der Vitalkapazität. Auffällig war die Zunahme der Vitalkapazität der 25 - 35jährigen und 35 - 45jährigen Sporttreibenden. So zeigt dieser Parameter eine Abhängigkeit vom Trainingszustand, was auch an anderer Stelle

bereits festgestellt wurde (28, 46, 53, 206, 226).

Eine Einschränkung der Vitalkapazität durch Adipositas fanden wir während des Untersuchungszeitraumes nicht und stehen damit in Übereinstimmung mit Kraakhard (117). Auffällig fanden wir die ca. 10 %ige Abnahme der Vitalkapazität bei den 25 - 35jährigen Rauchern, für die wir allerdings keinen Signifikanzbeweis erbringen konnten. Es ist aber ein deutlicher Hinweis auf die Beeinträchtigung dieses Lungenfunktionsparameters.

Atemminutenvolumen (Tafel Nr. 11, Seite 63
und Nr. 15, Seite 67)

Nach den Ergebnissen der Literatur steigt das Atemminutenvolumen während zunehmender Belastung im wesentlichen linear an. Bei einigen Autoren zeigt sich mit Annäherung an die Leistungsgrenze ein steiler Anstieg (1, 5, 63, 107, 110, 114, 115, 116, 118). Joss (110), Aeply (4), Hollmann (98) fanden eine Altersabhängigkeit des Atemminutenvolumens für gleiche Belastungsstufen. Das Atemminutenvolumen bei 80 Watt (submaximale Leistung) zeigt eine steigende Tendenz mit dem Alter. Aeply (1), Borgard u.a. (28), Ericson (48), Higgs (87), Hollmann (94, 97), Joss (110), Kirchhoff (114), Koch u.a. (120), Mellerowicz (156) und Reindell (184). Auch in der hier vorliegenden Untersuchung bestätigt sich dieses Ergebnis. Die Änderung des Atemminutenvolumens mit dem Alter ist auch im Zehnjahresabstand zu beobachten. So ist die Zunahme des Atemminutenvolumens in den Gruppen ab 35 Jahren im Gesamtkollektiv hochsignifikant. Deutlich wird der Einfluß des Rauchens in der Gruppe der 25 - 35jährigen. Während im Gesamtkollektiv noch kein Unterschied feststellbar ist, ist die Differenz der Mittelwerte bei den Rauchern bereits signifikant. Festzustellen ist deshalb, daß der Faktor Rauchen einen Einfluß auf das Atemminutenvolumen ausübt und eine über die altersbedingte Erhöhung des Parameters hinausgehende Verschlechterung der Leistungsfähigkeit bewirkt.

Die Zunahme des Atemminutenvolumens bei 80 Watt der Sporttreibenden ist gering, wie auch das Arbeitsatemminutenvolumen geringer als in den anderen Gruppen ist.

Das Übergewicht hat nach unseren Ergebnissen keinen Einfluß auf das Atemminutenvolumen. Abgesehen von den 55 - 65jährigen liegen alle übrigen Altersdekaden unter den Werten des Gesamtkollektivs. Zusammenfassend ist festzustellen, daß innerhalb von 10 Jahren

1. das Atemminutenvolumen sich bei submaximaler Belastung erhöht,
2. daß das Atemminutenvolumen bei Sporttreibenden konstant bleibt,
3. daß bei Rauchern, besonders bei den Jüngeren, das submaximale Atemminutenvolumen erhöht ist,
4. daß sich die Übergewichtigen vom Gesamtkollektiv in diesem Parameter nicht unterscheiden.

Atemäquivalent (Tafel Nr. 10, Seite 62
Nr. 11, Seite 63
Nr. 15, Seite 67)

Durch seine Abhängigkeit vom Alter als auch vom körperlichen Trainingszustand ist das Atemäquivalent ein wichtiger Maßstab für die Atemökonomie und die kardiale Leistungsbreite.

Es wird beim Übergang von der Ruhe zur Belastung vorübergehend kleiner und erhöht sich im weiteren Arbeitsverlauf stetig bis zur Leistungsgrenze. Dieser Anstieg erfolgt umso schneller, je geringer die Leistungsfähigkeit ist.

Im Grenzbereich der Leistungsfähigkeit liegen die Durchschnittswerte der Quotienten, unabhängig vom Alter, Geschlecht und Trainingsgrad in einem annähernd gleichen Größenbereich (Reindell). Der charakteristische Knick des Atemäquivalents in der ersten Arbeitsphase wurde von verschiedenen Autoren nachgewiesen (1, 63, 110, 114, 115, 16, 157).

Unter Ruhebedingungen zeigt das Atemäquivalent in allen Altersgruppen eine große Streubreite und damit haben auch hier Veränderungen nur eine geringe Aussagefähigkeit.

Entsprechend differieren die Werte für das Atemäquivalent in Ruhe bei den verschiedenen Autoren:

Hemingway (81): 2,58 - 3,22 bei 20 - 70jährigen;

Kirchhoff u.a. (114): 1,6 - 3,5; Joss (109): 2,5 - 3,1;

Ulmer (221): 2,8 $\pm$ 0,3; Rossier (191): 2,4 $\pm$ 0,6.

Unter Belastungsbedingungen kommt es zu einer deutlichen Einengung der o.a. Streubreite. Nach Hollmann u.a. (94) ist der Quotientenwert bei Arbeitsanstieg von der Arbeitsintensität, Arbeitsform, Trainingszustand, der Größe der beanspruchten Muskelmasse und dem Alter abhängig.

In der hier durchgeführten Longitudinaluntersuchung wird die Abhängigkeit vom Alter und Trainingszustand bei steigender Belastung im submaximalen Bereich ebenfalls erkennbar.

So fanden wir eine hochsignifikante Zunahme des Atemäquivalents bei 80 Watt im Gesamtkollektiv A der 35 - 45jährigen und 45 - 55jährigen. Ein erhöhtes Atemäquivalent fanden wir im Gesamtkollektiv A der 55 - 65jährigen, für das wir allerdings keinen Signifikanzbeweis erbringen konnten.

Geringfügig erhöht hatte sich das Atemäquivalent bei 80 Watt in der Gruppe der 25 - 35jährigen, demgegenüber war das Atemäquivalent bei 80 Watt in der Gruppe der 25 - 35jährigen Raucher um 13,6 % deutlich erhöht, jedoch nicht signifikant.

Die Faktoren Übergewicht und Hypertonie bewirken in unserer Untersuchung ebenfalls eine Erhöhung des Atemäquivalents bei 80 Watt und somit eine Verschlechterung der Atemökonomie.

So fanden wir eine hochsignifikante Erhöhung des Mittelwertunterschiedes in der Gruppe der 45 - 55jährigen Hypertoniker, wie auch in den Gruppen der 45 - 55jährigen und 55 - 65jährigen Übergewichtigen, bei denen der Unterschied innerhalb von 10 Jahren signifikant erhöht war.

Die Sporttreibenden zeigen innerhalb des Untersuchungszeitraumes keinerlei Veränderungen des Atemäquivalents.

Festzustellen ist, daß bei unseren Ergebnissen das Atemäquivalent bei submaximaler Belastung bereits innerhalb von 10 Jahren der Alterseinfluß Auswirkungen zeigt, sofern keine kontinuierliche Belastung (Training) erfolgt, und daß Einflüsse wie das Übergewicht im fortgeschrittenen Alter und das Rauchen in jüngeren Jahren eine Erhöhung bewirken und damit eine verschlechterte Atemökonomie erkennbar wird (1, 81, 109, 114, 156).

Herzvolumen (Tafel Nr. 11, Seite 63
Nr. 15, Seite 67)

Die Frage der Altersabhängigkeit des absoluten Herzvolumens wurde schon früher von Luid (139), Maurea u.a. (143), Nöcker (175) sowie Reindell u.a. (187) eingehend untersucht. Nach Maurea u.a. ist bei männlichen Personen eine erhebliche Streuung vorhanden. Damit ist nur eine geringe Abhängigkeit des Herzvolumens vom Alter anzunehmen.

Die eigenen Ergebnisse entsprechen den o.a. Erkenntnissen. Die Unterschiede sind wahrscheinlich signifikant in der Gruppe der 35 - 45jährigen im Gesamtkollektiv A, bei den Übergewichtigen und bei den Hypertonikern.

Daraus läßt sich allerdings kein Schluß auf die Änderung innerhalb von zehn Jahren ziehen. Werden die ermittelten Werte mit Hilfe der Regressionsgeraden auf ein gleiches Körpergewicht korrigiert, ergeben sich nur minimale Unterschiede von 20 - 50 ml, die sich, wie wir zeigen konnten, statistisch in keiner Weise sichern lassen.

Sauerstoffaufnahme (Tafel Nr. 10, Seite 62
Nr. 15, Seite 67)

Wie seit langem bekannt, erhöht sich bei zunehmender Arbeit die Sauerstoffaufnahme linear proportional. Die Untersuchungen des Sauerstoffaufnahmevermögens wurde von zahlreichen Autoren durchgeführt (77, 78, 79, 88, 91, 122, 136, 155, 160).

Nach Reindell u.a. (184) zeigt sich im Erwachsenenalter bereits von der dritten bzw. vierten Lebensdekade an ein deutlicher Abfall der maximalen Sauerstoffaufnahmefähigkeit als Ausdruck einer sich mit zunehmender Altersprogredienz verminderten Leistung (8, 91, 163, 188, 223).

In der hier durchgeführten Untersuchung in Körperruhe zeigten sich nur bei den 35 - 45jährigen und den 55 - 65jährigen eine signifikante Abnahme im Gesamtkollektiv A. Hochsignifikant verringert war der Mittelwertsunterschied bei den 55 - 65jährigen Übergewichtigen und Rauchern. Nur geringfügig war die Sauerstoffaufnahme unter Belastungsbedingungen hier bei 80 Watt verändert. Bis auf die 25 - 35jährigen erhöht sich in allen anderen Altersgruppen die Sauerstoffaufnahme um durchschnittlich 2 - 5 %. Diese Änderung erwies sich jedoch als nicht signifikant.

Herzvolumenleistungsquotient (Tafel Nr. 12, Seite 64
Nr. 15, Seite 67)

Nach Reindell (184) wird dieser Quotient aus Herzvolumen und maximalem Sauerstoffpuls gebildet, und ist ein zahlenmäßig faßbarer Ausdruck des auf die Herzgröße bezogenen maximalen Sauerstoffpulses.

Die Größe des Herzvolumenleistungsquotienten gibt innerhalb des Normstrebereiches Hinweise auf die Leistungsreserven des Kreislaufs. Je kleiner der Quotient, desto günstiger ist die Arbeitsweise des Herzkreislaufsystems zu beurteilen. Beeinträchtigt wird diese Beurteilbarkeit durch Mißverhältnisse zwischen Herzvolumen und maximalem Sauerstoffpuls, so daß der Herzvolumenleistungsquotient nur in beschränktem Maße zu einer Aussage über die Leistungsfähigkeit des kardiopulmonalen Systems verwendet werden kann.

In unseren Ergebnissen zeigt der Parameter Herzvolumenleistungsquotient innerhalb der Longitudinaluntersuchung deutliche Unterschiede der Mittelwerte. So sind diese Unterschiede bis auf die 25 - 35jährigen im Gesamtkollektiv A und bei den Übergewichtigen signifikant bis hochsignifikant. Der maximale Herzvolumenleistungsquotient ist daher zumindest ab 35 Jahren mit gewissen Einschränkungen als Prüfparameter für die Leistungsfähigkeit zu verwenden.

Sauerstoffpuls (Tafel Nr. 12, Seite 64
Nr. 15, Seite 67)

Wie bereits von Szakall (215) und Astrand (9) inauguriert, ist die Größe des Sauerstoffpulses der Ausdruck für die pro Pulsschlag aufgenommene Sauerstoffmenge. Sie ist abhängig von der Größe des Schlagvolumens und der Größe der arterio-venösen Sauerstoffdifferenz.

Nach Nöcker u. Böhlau (75) bleibt der mittlere Sauerstoffpuls in Ruhe im Erwachsenenalter bis zum 60. Lebensjahr gleich.

Reindell u.a. (184) kam zu einem ähnlichen Ergebnis.

Die hier vorliegenden Ergebnisse für den Sauerstoffpuls bei submaximaler Belastung stimmen mit früheren Untersuchungen überein (42, 174, 184).

In den untersuchten Altersdekaden zeigt das Alter bei submaximalen Werten keinen Einfluß auf den Sauerstoffpuls, d. h., daß sich die Sauerstofftransportleistung des Kreislaufes pro Pulsschlag kaum ändert.

Szakall (215) stellte fest, daß sich der maximale Sauerstoffpuls proportional zur Leistung verhält. Nach Nöcker u. Böhlau weist die Mittelwertskurve des männlichen Geschlechts zwischen dem 30. und 60. Lebensjahr ein Maximum auf und fällt dann wieder ab. Im Gegensatz dazu stehen die Ergebnisse von Reindell u.a. (184). In seiner Untersuchung liegt der Gipfelpunkt bei den 18 - 19jährigen, gefolgt von einem Abfall bis zum 40. Lebensjahr und bleibt bis zur 6. Lebensdekade konstant. Dann erst fällt der maximale Sauerstoffpuls in der Gruppe der 60 - 80jährigen signifikant ab. Auch in der hier vorliegenden Untersuchung ergab sich bis auf die Gruppe der 55 - 65jährigen kein signifikanter Unterschied der Mittelwerte in den jeweiligen Altersgruppen. Einzig die übergewichtigen 45 - 55jährigen und 55 - 65jährigen verzeichneten signifikante Mittelwertsunterschiede, ebenso wie die 45 - 55jährigen Hypertoniker.

Das Übergewicht übt nur einen geringen Einfluß auf den maximalen Sauerstoffpuls aus, wie wir nachweisen konnten.

Bei den Sporttreibenden konnten wir einen deutlich besseren maximalen Sauerstoffpuls in den untersuchten Gruppen feststellen als im Gesamtkollektiv.

In der hier durchgeführten Longitudinaluntersuchung wurde ein ähnliches Ergebnis wie bei Reindell gefunden.

Während der prozentuale Mittelwertsunterschied in den Altersdekaden I, II und III nur gering war, so zeigte die Altersdekade IV (die 55 - 65jährigen) die größte Abnahme des prozentualen Mittelwertsunterschiedes.

Eine Erklärung für dieses Verhalten, d. h. die annähernde Konstanz des maximalen Sauerstoffpulses vom 30. - 60. Lebensjahr sieht Reindell darin, daß die Schlagvolumenleistung mit fortschreitendem Alter abnimmt, somit auch die maximale $AvDO_2$ bei alten Menschen größer sein muß. Er meint, daß diesem Mechanismus mit Annäherung an den kritischen, venösen Ausschöpfungspunkt Grenzen gesetzt sind. So versage der Kompensationsvorgang jenseits des 60. Lebensjahres.

Schließt man sich dieser Argumentation an, so wird erkennbar, daß dem maximalen Sauerstoffpuls im höheren Alter ein anderer Aussagewert zukommt als im jüngeren. Der maximale Sauerstoffpuls ist aber für jede Lebensdekade ein indirekter Ausdruck und damit ein Maß für die körperliche Gesamtleistungsfähigkeit.

Sauerstoffpuls in Beziehung zum Atemäquivalent

(Tafel Nr. 14, Seite 66 und Bild Nr. 5, Seite 53)

Wie bereits bei der Diskussion des Sauerstoffpulses, des Herzvolumenleistungsquotienten und des Atemäquivalents angesprochen, bestehen nach wie vor Schwierigkeiten in der Beurteilung des Herz-Kreislaufsystems, da alle in der Ergospirometrie verwendeten Parameter nicht nur spezifisch für die Förderleistung des Herzens allein sind, sondern weil sie Aufschluß über die Leistungskapazität mehrerer zusammenwirkender Funktionskreise geben.

Dies betrifft die Pulsfrequenz ebenso wie den Sauerstoffpuls, das Atemzeitvolumen und das Atemäquivalent. Sowohl eine Einschränkung der Herzleistungsfähigkeit, wie auch Veränderungen des Blutes oder pulmonale Funktionsstörungen können eine abnorme Erhöhung der Pulsfrequenz, eine Verminderung des Sauerstoffpulses und eine Steigerung des Atemäquivalents bewirken. Auch das Atemäquivalent allein sagt etwas über die Gesamtleistungsfähigkeit aus, da es die Inanspruchnahme der Atemregulation zur Bewältigung einer Leistung wiedergibt.

Im allgemeinen gilt:

Je höher das Atemäquivalent und je niedriger der Sauerstoffpuls bei gegebener Leistung, umso schlechter sind die kardiopulmonalen Leistungsreserven und damit die gesamte körperliche Leistungskapazität.

Die Bewertung des Sauerstoffpulses als Kriterium der Leistungsfähigkeit kann zu einer falschen Aussage führen, wenn es nicht gelingt, den maximalen Sauerstoffpuls zu bestimmen, d. h., den Patienten genügend auszubelasten.

Dieses Problem ergibt sich aber sehr häufig. Es hat sich außerdem gezeigt, daß zur Feststellung des maximalen Sauerstoffpulses im sogenannten relativen Steady-State, als in einem submaximalen Belastungsbereich, meist die Kenntnis des Atemäquivalents notwendig ist.

Besonders bei älteren Personen und bei Herzkranken, die auf körperliche Belastung nicht mit einem abnorm hohen Pulsanstieg reagieren, trifft dies zu.

Solche Patienten erreichen unter Zuhilfenahme aller Kompensationsmöglichkeiten, insbesondere durch eine Intensivierung der Atmung, trotz eingeschränkter kardialer Förderleistung gelegentlich völlig normale Sauerstoffpulswerte.

Ältere Personen, die von vornherein einen niedrigeren Ruhepuls und eine geringere maximale Pulsfrequenz haben, unterscheiden sich allein im Sauerstoffpuls trotz der geringen kardialen Leistungsbreite nicht von den jüngeren Personen.

Nur das Atemäquivalent zeigt von den erwähnten Parametern jenen altersbedingten Rückgang der Leistungsfähigkeit an, den man aufgrund der allgemeinen klinischen Erfahrung erwarten muß. Diese Gesichtspunkte werfen die Frage auf, ob man nicht als Kriterium der Leistungsfähigkeit Atemminutenvolumen und Pulsfrequenz in Relation zur Sauerstoffaufnahme oder einer gegebenen Leistung bzw. Atemäquivalent und Sauerstoffpuls in einem gemeinsamen Faktor verwenden sollte.

Dieser Faktor müßte zum Ausdruck bringen, daß die kardio-pulmonale Leistungsfähigkeit umso größer ist, je weniger eine Steigerung der Pulsfrequenz und des Atemzeitvolumens im Verhältnis zur momentanen Sauerstoffaufnahme in Anspruch genommen wird und umgekehrt.

Diese Relation könnte ausgedrückt werden durch den Quotienten von Sauerstoffpuls/Atemäquivalent = $VO_2/HF : AMV/VO_2$.

Die Betrachtung dieses Quotienten zeigte in der vorliegenden Untersuchung eine Altersabhängigkeit. Der absolute Quotientenwert verringerte sich innerhalb des Beobachtungszeitraumes in jeder Altersgruppe und zeigt damit einen Rückgang der körperlichen Leistungskapazität an.

Wie genau aber der Quotientenwert die Leistungsfähigkeit beschreibt, muß einer weiteren Prüfung vorbehalten bleiben, da wir diesen Quotienten in dieser Untersuchung nur für ein gesundes Kollektiv bestimmen konnten.

E. Zusammenfassung und Schlußfolgerungen

Bei 161 25 - 65jährigen Probanden wurden in zwei identischen Untersuchungsreihen im Abstand von 10 Jahren die Leistungsfähigkeit des kardio-pulmonalen Systems anhand ergospirometrischer Parameter überprüft und miteinander verglichen.

Um den Einfluß des Alterns, der Übergewichtigkeit, des Rauchens, der körperlichen Aktivität und der Hypertonie zu zeigen, wurden Kollektive, eingeteilt nach Dekaden, gebildet. Die Belastung erfolgte am Fahrradergometer in liegender Stellung, wobei jede Belastungsstufe 6 Minuten dauerte und um jeweils 40 Watt bis zur maximalen Ergostase gesteigert wurde.

Folgende Größen wurden bestimmt:

Körperlänge, absolutes und relatives Körpergewicht (nach Broka-Index), das diastolische Herzvolumen (mittels Röntgenkymographie), die Herzfrequenz (aus dem EKG berechnet), die Sauerstoffaufnahme, der Sauerstoffpuls, der Herzvolumenleistungsquotient, das Atemvolumen, das Atemminutenvolumen und das Atemäquivalent.

Ferner wurde die Relation Sauerstoffpuls zu Atemäquivalent für die einzelnen Belastungsstufen berechnet.

Beim Vergleich der Ergebnisse der Erst- und Zweituntersuchung des identischen Kollektives zeigten sich folgende Befunde: Innerhalb von 10 Jahren bereits lassen Parameter wie die Vitalkapazität, das Atemminutenvolumen, das Atemäquivalent, die Sauerstoffaufnahme in Ruhe, der Herzvolumenleistungsquotient und der Sauerstoffpuls eine Abnahme der Leistungsfähigkeit des kardio-pulmonalen Systems erkennen.

Die regelmäßig Sporttreibenden zeigen sich dabei durch eine Konstanz oder sogar durch eine Zunahme sowohl der Ökonomie des kardio-zirkulatorischen Systems als auch der Lungenfunktion dem Gesamtkollektiv überlegen.

Die Übergewichtigen unterscheiden sich bis weit in die zweite Lebenshälfte hinein nicht vom Gesamtkollektiv. Erst ab dem 50. Lebensjahr etwa ergeben sich Unterschiede zum Gesamtkollektiv im Sinne einer Verschlechterung der Leistungsparameter.

Der Einfluß der Hypertonie und des Rauchens erwies sich auf den Verlauf der getesteten Leistungsfähigkeit als gering. So konnten wir keinen direkten Einfluß auf die untersuchten Parameter nachweisen, insbesondere waren die kardialen Funktionen im Vergleich zum Gesamtkollektiv unverändert.

Ein aus Sauerstoffpuls und Atemäquivalent gebildeter Quotient zeigte in unserer Untersuchung deutlich den Altersrückgang der Leistungsfähigkeit an. Inwieweit dieser Quotient über die Altersregression hinaus als Prüfparameter der Leistungsfähigkeit geeignet und in Hinblick auf andere Leistungskriterien von Vorteil ist, bedarf weiterer Untersuchungen.

Die Ergebnisse dieser Untersuchung lassen an einzelnen Parametern innerhalb des Beobachtungszeitraumes von 10 Jahren den Alterseinfluß sichtbar werden. Darüber hinaus wird deutlich, daß körperliche Inaktivität diesen Vorgang beschleunigt.

Literaturverzeichnis

1. AEPLI, R.: Les échanges respiratoires de l'homme âgé de plus de 40 ans. *Helv. med. Acta* 26, 49 (1959)
2. ALBRECHT, H., VALENTIN, H., VENRATH, H.: Über die Atmung und das Herzminutenvolumen bei Arbeit und Sport, sowie die Herzleistung. *Zschr. ges. exper. Med.* 122, 356 (1953)
3. ALEXANDER, R. S.: The Use Of Basal Respiratory Minute Volume As An Index Of Impaired Pulmonary Function. *Amer. Rev. Tbc.* 65, 505 (1962)
4. ANTHONY-VENRATH: Funktionsprüfung der Atmung. 2. Auflage, J. A. Barth-Verlag, Leipzig (1962)
5. ANTHONY, A. J.: Untersuchungen über das Verhalten der Gase in der Lunge. *Dtsch. Arch. klin. Med.* 168 (1930) 231
6. ASMUSSEN, E., NIELSEN, M.: Studies on the Regulation of Respiration in Heavy Work. *Acta physiol. Scand.* 12, 171 (1946)
7. ASMUSSEN, E., NIELSEN, M.: Pulmonary Ventilation and Effect of Oxygen Breathing in Heavy Exercise. *Acta physiol. Scand.* 43, 365 (1958)
8. ASTRAND, J.: Aerobic work capacity in men and women with special reference to age. *Acta physiol. Scand.* 49, Suppl. 169 (1960)
9. ASTRAND, P. O.: Experimental Studies of Physical Working Capacity in Relation to Sex and Age. Ejnar Munksgaard-Copenhagen (1952)
10. ASTRAND, P. O.: Human Physical Fitness With Special Reference To Sex And Age. *Physiol. Rev.* 36, 307 ()
11. ATTINGER, E. O., SEGAL, M. S.: Mechanics Of Breathing. *Am. Rev. Resp. Dis.* 80, 38 (1959)
12. ATTINGER, E. O., MONROE, R. G., SEGAL, M. S.: The Mechanics Of Breathing in Different Body Positions I. In Normal Subjects. *J. Clin. Invest.* 35, 904 (1956)
13. ATTINGER, E. O., HERSCHFUS, J. A., SEGAL, M. S.: The Mechanics Of Breathing In Different Body Positions II. In Cardio-Pulmonary Disease. *J. Clin. Invest.* 35, 912 (1956)
14. BALDWIN, E. F., COURNAND, A., RICHARDS, D. W., J. R.: Pulmonary Insufficiency, I. Physiological Classification, Clinical Methods Of Analysis, Standard Values In Normal Subjects. *Medicine* 27, 243 (1948)

15. BALDWIN, E., COURNAND, A. AND RICHARDS, D.W., J.R.: Pulmonary Insufficiency, II. A Study Of Thirty-Nine Cases Of Pulmonary Fibrosis.
Medicine 28,1(1949)
16. BALKE, B.: Optimale körperliche Leistungsfähigkeit, ihre Messung und Veränderung infolge Arbeitsermüdung.
Arbeitsphysiologie 15,311(1954)
17. BARRERA, F., REIDENBERG, M.M., WINTERS, W.L.: Pulmonary Function In The Obese Patient.
Amer.J.Med.Sci.254,785(1967)
18. BAß, E.: Über die funktionelle Bedeutung der respiratorischen Mittellage für die Lungenlüftung.
Dtsch.med.Wschr.729(1928)
19. BEDELL, G.N., WILSON, W.R., SEEBOHM, P.M.: Pulmonary Function In Obese Persons.
J.Clin.Invest.37,1049(1958)
20. BENGTSOON, E.: The Working Capacity In Normal Children, Evaluated By Submaximal Exercise On The Bicycle Ergometer and Compared With Adults.
Acta Med.Scand.154,91(1956)
21. BENNER, H., FABEL, H. UND HAMM, J.: Zur Frage der Sollwerte für die maximale Ventilation (Atemgrenzwert).
Dtsch.Arch.klin.Med.207,420(1961)
22. BERGLUND, E., BIRATH, G., BJURE, J., GRIMBY, G., KJELLMER, I., SANDQVIST, L. AND SÖDERHOLM, B.: Spirometric Studies In Normal Subjects I. Forced Expirograms In Subjects Between 7 And 70 Years Of Age.
Acta Med.Scand.173,185(1963)
23. BERGMANN VON, G., FREY, W., SCHWIEGK, H.: Handbuch der Inneren Medizin, Vierter Band: Erkrankungen der Atmungsorgane 1.Teil.
Springer-Verlag, Berlin-Göttingen-Heidelberg(1956)
24. BERNSTEIN, L., D'SILVA, J.L. AND MENDEL, D.: The Effect Of The Rate Of Breathing On The Maximum Breathing Capacity Determined With A New Spirometer.
Thorax 7,255(1952)
25. BERNSTEIN, L., KAZANTZIS, G.: The Relation Between The Fast Vital Capacity Curves And The Maximum Breathing Capacity.
Thorax 9,326(1954)
26. BIRATH, G., KJELLMER, I., SANQVIST, L.: Spirometric Studies in Normal Subjects II. Ventilatory Capacity Tests In Adults.
Acta Med.Scand.173,193(1963)
27. BJARKE, B.: Spirometric Data, Pulmonary Ventilation And Gas Exchange At Rest And During Exercise In Adult Patients With Tetralogy Of Fallot
Scand.J.resp.Dis.55,47(1974)

28. BORGARD, W., MATTHIESSEN, G., ZAEPEP, G.: Einwirkungen des Trainings auf Atmung und Kreislauf.
Klin. Wschr. 16, 385 (1937)
29. BÖRNGEN, U.: Normalwerte der ventilatorischen Atemarbeit.
Respiration 33, 11 (1976)
30. BÖRNGEN, U.: Ventilatorische Atemarbeit und bekannte Lungenfunktionsgrößen bei Normalpersonen.
Prax. Pneumol. 29, 315 (1975)
31. BÜCHERL, E.: Vergleichende spirometrische Untersuchungen zur Beurteilung der Lungenfunktion für klinische Belange.
Thoraxchirurgie 3, 211 (1955)
32. BÜHLMANN, A.: Theoretische Normalwerte für Lungenvolumen und Ventilationsvolumen.
Verh. Dtsch. Ges. inn. Med. 62, 130 (1956)
33. BÜHLMANN, A., SCHERRER, M.: Neue Normalwerte für die Vital- und Totalkapazität der Lungen.
Schweiz. med. Wschr. 103, 660 (1973)
34. BURWELL, C. S., ROBIN, E. D., WHALEY, R. D., BICKELMANN, A. G.: Extreme obesity associated with alveolar hypoventilation - a Pickwickiansyndrome.
Amer. J. Med. 21, 811 (1956)
35. BUSKIRK, E., TAYLOR, H. L., SIMONSON, E.: Relationships between Obesity and the Pulse Rate at Rest and During Work in Young and Older Men.
Internat. Zschr. angew. Physiol. 16, 83 (1955)
36. ČERNÁK, J.: Kriterien der Leistungsfähigkeit des kardiopulmonalen Systems, Sonderdruck aus "Das chronisch kranke Herz".
F. K. Schattauer Verlag Stuttgart - New-York (1973)
37. CHRISTENSEN, E. H.: Der Stoffwechsel und die respiratorischen Funktionen bei schwerer körperlicher Arbeit.
Arbeitsphysiologie 5, 463 (1932)
38. CLARK, T. J. H., FREEDMAN, S., CAMPBELL, E. J. M., WINN, R. R.: The Ventilatory Capacity of Patients with Chronic Airways Obstruction.
Clin. Sci. 36, 307 (1969)
39. CULLEN, J. H., FORMEL, P. F.: The Respiratory Defects in Extreme Obesity.
Am. J. Med. 32, 525 (1962)
40. DEVAUX, D., WAGNER, R., GERMAIN, M., CHARDON, G.: Étude En Régime Stable de la Fonction Pulmonaire Régionale par le Xenon 133.
Rev. franç. Mal. Resp., Suppl. 1 au Tome 3, 59 (1975)
41. DR. KARL THOMAE GMBH, Biberach an der Riss: Lungenfunktionsprüfungen (1966)
42. DRESSLER, F., MELLEROWICZ, H.: Atmung und Kreislauf gesunder Schulkinder bei einer submaximalen ergometrischen Leistung von 1 Watt/1 kg Körpergewicht.
Zschr. Kinderheilkunde 85, 31 (1961)

43. DUTU, St., JIENESCU, Z.: Intérêt De La Mesure Des Débits De Pointe (PEFR, Vmx⁵⁰) Lors des Enquêtes Épidémiologiques Concernant La Bronchite Chronique.
Les Bronches 25, 148 (1975)
44. EISELT, E.: Arbeitsleistungen, Kalorienverbrauch und Effektivität der Arbeit im Alter.
Zschr. Alternsforschg. 21, 233 (1968)
45. EISELT, E., BOSAK: Die Beziehung des Herzvolumens und des Herzleistungs-Quotienten zur Laborarbeit alter männlicher Personen mit unterschiedlichem Körperkultur-Lebensregime.
Sportarzt und Sportmedizin Heft 9, 227 (1972)
46. EKBLOM, B.: Effect of physical training in adolescent boys.
J. Appl. Physiol. 27, 350 (1969)
47. ERICSSON, P., IRNELL, L.: Spirometric Studies of Ventilatory Capacity In Elderly People.
Acta Med. Scand. 185, 179 (1969)
48. ERICSSON, P., IRNELL, L.: Physical Work Capacity And Static Lung Volumes In Elderly People.
Acta Med. Scand. 185, 185 (1969)
49. ERICSSON, P., IRNELL, L.: Effect Of Five Years' Ageing On Ventilatory Capacity And Physical Work Capacity In Elderly People.
Acta Med. Scand. 185, 193 (1969)
50. FABEL, H., HAMM, J.: Lungenfunktion und Fettsucht: Untersuchungen zum Pickwick-Syndrom.
Verh. Dtsch. Ges. inn. Med. 71, 467 (1965)
51. FERRIS, B. G⁺, J. R., WHITTENBERGER, J. L., GALLAGHER, J. R.: Maximum Breathing Capacity And Vital Capacity Of Male Children And Adolescents.
Pediatrics 9, 659 (1952)
52. FOWLER, W. S.: Lung Function Studies. IV. Postural Changes In Respiratory Dead Space And Functional Residual Capacity.
J. Clin. Invest. 29, 1437 (1950)
53. FRANKFURTHER, W.: Über den Einfluß des Sports auf die Vitalkapazität.
Berliner klin. Wschr. 47, 2101 (1909)
54. FREEDMAN, S.: Sustained Maximum Voluntary Ventilation.
Resp. Physiol. 8, 230 (1970)
55. FREEDMAN, S.: Prolonged maximum voluntary ventilation.
J. Physiol. 184, 42 (1966)
56. FRIEND, J.: The Effect Of Repeated Testing On The Maximum Breathing Capacity In Normal Subjects.
Thorax 10, 359 (1955)
57. FRITTS, H. W. jr., FILLER, J., PISHMAN, A. P., COUNNAND, A.: The efficiency of ventilation during voluntary hyperpnea: studies in normal subjects and in dyspneic patients with either chronic pulmonary emphysema or obesity.
J. Clin. Invest. 3, 1339 (1959)

58. FRUHMANN, G., ZIEGLER, W.: Vergleich maximaler Atem- und Atemzeitvolumina (Vitalkapazität, Atemgrenzwert) mit errechneten Normwerten.
Zschr.klin.Med.157, 586(1963)
59. FRY, D.L., HYATT, R.E.: Pulmonary mechanics-unified analysis of the relationships between pressure, volume and gas flow in the lungs of normal and diseased human subjects.
Amer.J.Med.29, 672(1960)
60. FRY, D.L., EBERT, R.V., STEAD, W.W., BROWN, C.C.: The Mechanics of Pulmonary Ventilation in Normal Subjects and in Patients with Emphysema.
Amer.J.Med.16, 80(1954)
61. GAENSLER, E.A.: Air Velocity Index - A Numerical Expression of the Functionally Effective Portion of Ventilation.
Amer.Rev.Tbc.62, 17(1950)
62. GAENSLER, E.A.: Analysis of the Ventilatory Defect by Timed Capacity Measurements.
Amer.Rev.Tbc.64, 256(1951)
63. GALETTI, P.M., HAAB, P., MAY, P. et FLEISCH, A.: L'etat d' équilibre des échanges respiratoire pendant l'exercice umsculaire.
J.Physiol.(Paris)48(1956)548
64. GANDEVIA, B. and HUGH-JONES, P.: Terminology for Measurements of Ventilatory Capacity - A Report to the Thoracic Society.
Thorax 12, 290(1957)
65. GAUER, O.H. in GAUER-KRAMER-JUNG: Physiologie des Menschen, Band 3: Herz und Kreislauf.
Urban- und Schwarzenberg-Verlag, München-Berlin-Wien(1972)
66. GILBERT, R., SIPPLE, J.H., AUCHINCLOSS, J.H., J.R.: Respiratory control and work of breathing in obese subjects.
J.Appl.Physiol.16, 21(1961)
67. GOTHE, H.D., HAMM, J., KLEINSORG, H.: Die Wirkung erhöhter Atemwiderstände auf statische und dynamische Atemgrößen Gesunder verschiedenen Lebensalters.
Zschr.ges.exper.Med.129, 111(1957)
68. GRAY, J.S., BARNUM, D.R., MATHSON, H.W., SPIES, S.N.: Ventilatory Function Tests, I. Voluntary Ventilation Capacity.
J.Clin.Invest.29, 677(1950)
69. GREIFENSTEIN, F.E., KING, R.M., LATCH, S.S., COMROE, J.H., J.R.: Pulmonary Function Studies in Healthy Men and Women 50 Years and Older.
J.Appl.Physiol.4, 641(1952)
70. GRIMBY, G., SÖDERHOLM, B.: Spirometric Studies in Normal Subjects III Static Lung Volumes and Maximum Voluntary Ventilation in Adults with a Note on Physical Fitness.
Acta Med.Scand.173, 199(1963)
71. HACKNEY, J.D., CRANE, M.G., COLLIER, C.C., ROKAW, S., GRIGGS, D.E.: Syndrome of Extreme Obesity and Hypoventilation: Studies of Etiology.
Ann.Int.Med.51, 541(1959)

72. HAMM, J.: Messung der Lungenvolumina und Atemmechanik.
Diagnostik 7, 115 (1974)
73. HAMM, J.: Beziehungen zwischen Vitalkapazität und
dynamischen Atemgrößen.
Münch.med.Wschr. 103, 609 (1961)
74. HAMM, J.: Spirometrie.
Diagnostik 6, 384 (1973)
75. HAMM, J., KLEINSORG, H.: Der Einfluß der Körperhaltung auf
die Lungenvolumina Gesunder in verschiedenen Altersgruppen.
Dtsch.Arch.klin.Med. 203, 234 (1956)
76. HAMRE, L., KJORSTAD, H.: Maximum Breathing Capacity and Vital
Capacity Determined by Means of the Krogh Spirometer.
Scand.J.Clin.a.Lab.Invest. 7, 300 (1955)
77. HANSEN, E.: Kreislauf und Atmung bei körperlicher Arbeit.
Handb.norm.u.path.Physiol. 15 (1931) 904
78. HARRISON, T.R. and PILCHER, C.: Studies in congestive heart
failure. II. The respiratory exchange during and after
exercise.
J.clin.Invest. 8 (1930) 291
79. HATZFELD, C., BRILLE, D., u. CICHE, P.: Etude spiromographique de la
fonction respiratoire dans le retrecissement mitral.
II. Etude des réactions à l'effort.
Rev.franc.et clin.biol. 3/4 (1958) 246, 345
80. HEDENSTIERNA, G.: Ventilation, Gas Exchange and Breathing
Mechanics during Respirator Treatment. Influence of
Respiratory Frequency and Minute Volume.
Scand.J.resp.Dis. 53, 10 (1972)
81. HEMINGWAY, A., POCOCK, Ph.D.D., SHORT, J.J.: Variations of Basal
Respiration with Age.
J.Chron.Dis. 3, 301 (1956)
82. HERTZ, C.W.: Die Beurteilung der Lungenfunktion.
Der Internist 1, 80 (1960)
83. HERTZ, C.W.: Bewertung der wichtigsten Lungenfunktionsproben
in Klinik und Praxis.
Internist.Prax. 9, 53 (1969)
84. HEY, E.N., LLOYD, B.B., CUNNINGHAM, D.J.C., JUKES, M.G.M. and BOLTON, D.P.G.:
Effects of Various Respiratory Stimuli on the Depth and
Frequency of Breathing in Man
Resp.Physiol. 1, 193 (1966)
85. HHRUBY, J., BUTLER, J.: Variability of routine pulmonary
function tests.
Thorax 30, 548 (1975)
86. HICKAM, J.B., PRYOR, W.W., PAGE, E.B., ATWELL, R.J.: Respiratory
Regulation during Exercise in Unconditioned Subjects.
J.Clin.Invest. 30, 503 (1951)

87. HIGGS, B.E., CLODE, M., MC HARDY, G.J.R., JONES, N.L. and CAMPBELL, E.J.M.: Changes in Ventilation, Gas Exchange and Circulation during Exercise in Normal Subjects. Clin.Sci. 32, 329 (1967)
88. HILL, A.V., NEFF, C., LONG and LUPTON, H.: Muscular exercise, latic acid and the supply and utilizytion of oxygen. Proc.roy.Soc. (London) Bd.96, 438/455, Bd.97, 84/155-123/24
89. HOLLDAK, K., WÖRNER, W., FUCHS, G.: Der Einfluß des Fettgehaltes und des Übergewichtes auf die Vitalkapazität bei Adipösen. Ärztl.Wschr. 13, 16 (1958)
90. HOLLMANN, W.: Höchst- und Dauerleistungsfähigkeit des Sportlers in Wissenschaftliche Schriftenreihe des Deutschen Sportbundes, Band 5. Johann Ambrosius Barth, München (1963)
91. HOLLMANN, W.: Zur Frage der Dauerleistungsfähigkeit. Fortschr.d.Med. 79, 439 (1961)
92. HOLLMANN, W.: Kriterien des kardialen Leistungsvermögens Fortschr.d.Med. 79, 263 (1961)
93. HOLLMANN, W.: Lungenfunktion, Atmung und Stoffwechsel im Sport in Zentrale Themen der Sportmedizin. Springer-Verlag, Berlin-Heidelberg-New-York
94. HOLLMANN, W., BARG, W., WEYER, G., HECK, H.: Der Alterseinfluß auf spiroergometrische Meßgrößen im submaximalen Arbeitsbereich. Med.Welt 21, 1280 (1970)
95. HOLLMANN, W., HECK, H., SCHMÜCKER, B., STOLTE, A., LIESEN, H., FOTESCU, M.D., MATHUR, D.N.: Vergleichende spiroergometrische Untersuchungen über den Effekt und die Aussagekraft von Laufband und Fahrradergometerbelastungen. Sportarzt und Sportmedizin 22, 123 (1971)
96. HOLLMANN, W.: Zur Frage der Dauerleistungsfähigkeit. Fortschr.d.Medizin 79, Nr.17 (1961)
97. HOLLMANN, W., LIESEN, H.: Der Trainingseinfluß auf die Leistungsfähigkeit von Herz, Kreislauf und Stoffwechsel im Alter. Münch.med.Wschr. 114, 1336 (1972)
98. HOLLMANN, W., VENRATH, H., VALENTIN, H.: Über das Verhalten von Ventilation und Stoffwechsel gesunder männlicher Personen verschiedenen Alters bei leichter und mittelschwerer Arbeit. Zschr.g.Alternsforschung 13, 60 (1959)
99. HOLLMANN, W., VENRATH, H., VALENTIN, H.: Atmung und Altern. Der Sportarzt 12, 310 (1961)
100. HOLLMANN, W., VENRATH, H., VALENTIN, H., BALODIMOS, J., GIOVANNELLI, G.: Herzleistungsquotient und Wirkungsgrad sowie die Lungenvolumina bei Sportlern unter 35 Jahren. Sportmedizin 6, 342 (1955)

101. HORN, J., SCHINDOWSKI, E.: Zur Größe der normalen Vitalkapazität in verschiedenen Lebensaltern.
Tuberkulosearzt 11,36(1957)
102. HUTCHINSON, D.C.S., BARTER, C.E., MARTELLI, N.A.: Errors in the measurement of vital capacity.
Thorax 28,584(1973)
103. HYATT, R.E.: The Interrelationships of Pressure, Flow, and Volume during Various Respiratory Maneuvers in Normal and Emphysematous Subjects.
Resp.Physiol.1,193(1966)
104. ISENSCHMID, H., BÜHLMANN, A., SCHAUB, F.: Die Lungenfunktion bei Adipositas.
Helvet.Med.Acta 2,82(1957)
105. JACOBSEN, E., DANO, P., SKOVSTED, P.: Respiratory Function before and after Weight Loss Following Intestinal Shunt Operation for Obesity.
Scand.J.Resp.Dis.55,332(1974)
106. JÄGER, : Sollwerte der Ventilation.
Zschr.Tbk.125,345(1966)
107. JEQUIER-DOGE, E.: Spirometrie an repos et à l'effort chez les Sportifs.
Ärztl.Mh.berufl.Fortb.1(1946)401
108. JONES, N.L., JONES, G. and EDWARDS, R.H.T.: Exercise Tolerance in Chronic Airway Obstruction.
Amer.Rev.Resp.Dis.103,477(1971)
109. JOOS, H., ROSSIER, P.H., BÜHLMANN, A.: Die Lungenfunktion im Alter.
Schweiz.Med.Wschr.26,806(1957)
110. JOSS, E.: Spiroergometrie bei Gesunden.
Helv.Med.Acta 1,24(1959)
111. KALTENBACH, M., KOBER, G.: Relation der körperlichen Leistungsfähigkeit zu Körpergewicht und -oberfläche.
Verh.Dtsch.Ges.inn.Med.70,183(1964)
112. KAUFMANN, B.J., FERGUSON, M.H., CHERNIACK, R.M.: Hypoventilation in Obesity.
Clin.Invest.38,500(1959)
113. KELLER, R., MAHLICH, J.: Möglichkeiten und Grenzen moderner Lungenfunktionsprüfungen mit konventionellen Methoden.
Bull.schweiz.Akad.med.Wiss.27,421(1972)
114. KIRCHHOFF, H.W., REINDELL, H., GEBAUER, A.: Untersuchungen über die Sauerstoffaufnahme, Kohlensäureabgabe, das Atemminutenvolumen, Atemäquivalent und den respiratorischen Quotienten während körperlicher Belastung bei Normalpersonen und Hochleistungssportlern.
Dtsch.Arch.klin.Med.203,423(1956)

115. KIRCHHOFF, H.W., REINDELL, H. u. GIESE, J.: Untersuchungen zur Beurteilung der Leistungsfähigkeit im Kindesalter.
Zschr.Kinderheilkunde 78(1956)634
116. KIRCHHOFF, H.W. u. REINDELL, H.: Das Verhalten des respiratorischen Quotienten und des Atemäquivalents bei Menschen unterschiedlicher Leistungsbreite im Belastungsversuch.
Verh.dtsch.Ges.inn.Med.62(1956)587
117. KIVILÖÖG, J., IRNELL, L., EKLUND, G.: Ventilatory Capacity, Working Capacity and Exercise-Induced Bronchoconstriction in an Population Sample of Subjects with Bronchial Asthma or Chronic Bronchitis.
Scand.J.Resp.Dis.56,73(1975)
118. KNIPPING-BOLT-VALENTIN-VENRATH: Untersuchung und Beurteilung des Herzkranken, 2.Aufl.
F.Enke-Verlag, Stuttgart(1960)
119. KNOBLOCH, H., HILSCHER, W.: Über das Verhalten einiger Funktionen des Respirationstraktus im Alter.
Zschr.Alternsforsch.11,351(1958)
120. KOCH, A., SCHMIDT, B.: Sauerstoffaufnahme und Atemumfang bei körperlicher Arbeit und ihre Bedeutung für die Funktionsprüfung von Herz und Lunge bei Gesunden und Kranken.
Zschr.ges.exper.Med.112,612(1943)
121. KONETZKE, SCHLEGEL, : Bedeutung einiger Grenzkriterien zur Bestimmung der körperlichen Belastungsgranze.
Zschr.Tuberkulose 125,355(1966)
122. KÖNIG, K., REINDELL, H., MUSSHOF, K., ROSKAM, H., KESSLER, M.: Das Herzvolumen und die körperliche Leistungsfähigkeit bei 20-60jährigen gesunden Männern.
Arch.Kreislaufforsch.35,37(1961)
123. KÖNIG, K., REINDELL, H., ROSKAM, K.: Das Herzvolumen und die Leistungsfähigkeit bei 60-75jährigen gesunden Männern.
Arch.Kreislaufforsch.39,143(1962)
124. KÖNIG, K., REINDELL, H., ROSKAM, H.: Zur Frage der Ausbelastung bei spiroergometrischen Leistungsprüfungen.
Dtsch.med.Wschr.87,1304(1962)
125. KRACKHARDT, H., KRACKHARDT, W.: Lungenfunktion bei Adipositas.
Zschr.klin.Med.158,337(1965)
126. KRAUS, J.: Lungenfunktionsprüfungen.
Dtsch.med.Wschr.83,76(1958)
127. KRONENBERG, R.S., DRAGE, C.W., PONTO, R.A., WILLIAMS, L.E.: The Effect of Age on the Distribution of Ventilation and Perfusion in the Lung.
Amer.Rev.Resp.Dis.108,576(1973)
128. KRUMHOLZ, R.A., CHEVALIER, R.B. and ROSS, J.C.: Changes in Cardiopulmonary Functions Related to Abstinence from Smoking -Studies in Young Cigarette Smokers at Rest and Exercise at 3 and 6 Weeks of Abstinence-.
Ann.Int.Med.62,197(1965)

129. KRUMHOLZ, R.A., CHEVALIER, R.B. and ROSS, J.C.: Cardiopulmonary Function in Young Smokers.
Ann.Int.Med. 60, 603 (1964)
130. LAMBERTSEN, Ch.J.: Carbon Dioxide and Respiration in Acid-Base Homeostasis.
Anesthesiology 21, 642 (1960)
131. LANDEN, H.C.: Die funktionelle Beurteilung des Lungen- und Herzkranken,
Kreislauf-Bücherei, Band 14, Verlag Dr. Dietrich Steinkopf, Darmstadt (1955)
132. LANG, E.: Sport und präklinische Geriatrie.
Geriatrie 5, 147 (1975)
133. LANG, E.: Körperliche Aktivität und Sport in der zweiten Lebenshälfte.
Akt.geront. 5, 429 (1975)
134. LANSEK, K.: Die Lungenfunktion als Grundlage der Therapie.
Prax.Pneumol. 29, 77 (1975)
135. LARMI, T.K.J.: Variations in the Oxygen and Carbon Dioxide Tensions of End-Tidal Air in Graduated Exercise in Normal Persons and Patients Suffering from Ventilatory Insufficiency.
Scand.J.of Clin.a.Lab.Invest. 5, 90 (1953)
136. LEHMANN, G. u. MICHAELIS, H.: Die Messung der körperlichen Leistungsfähigkeit.
Arbeitsphysiol. 11 (1940/41) 376
137. LENFANT, C.: Time-depnedent variations of pulmonary gas exchange in normal man at rest.
J.Appl.Physiol. 22, 675 (1967)
138. LIM, T.P.K., LUFT, U.C.: Alterations in lung compliance and functional residual capacity with posture.
J.Appl.Physiol. 14, 164 (1959)
139. LUID, J.: Heartvolume in normal infants.
Acta radiol. (Stockholm) (1950) Suppl. 82
140. LINDEMANN, H., RUTENFRANZ, J., MOCELLIN, R., SBRESNY, W.: Methodische Untersuchung zur indirekten Bestimmung der maximalen O₂-Aufnahme.
Europ.J.Appl.Physiol. 32, 25 (1973)
141. LUKAS, D.S.: Some Effects of Adrenocorticotropic Hormone and Cortisone on Pulmonary of Patients with Obstructive Emphysema.
Amer.Rev.Tbc. 64, 279 (1951)
142. MACDONALD, J.B., COLE, T.J., SEATON, A.: Forced expiratory time - its reliability as a lung function test.
Thorax 30, 554 (1975)
143. MAUREA, L., SOLBERGER, A. and NYLIN, G.: Normal Heart Volume
Acta cardiol. 10 (1955) 36

144. MAIDORN, K., MELLEROWICZ, H.: Untersuchungen zur Bestimmung des maximalen Sauerstoffpulses bei ergometrischer Leistung.
Der Sportarzt 10, 355 (1962)
145. MANDI, A., LENGYEL, E., CSUKÁS, M.: Evaluation of Respiratory Function Tests in Aged Persons.
Akt. geront. 8, 597 (1975)
146. MARAZZINI, L., VEZZOLI, F., LONGHINI, E.: Signification Sémiologique de "Closing Volume" et de "Closing Capacity" Dans le Diagnostic de l'Obstruction des Petites Voies Aériennes.
Les Bronches 25, 12 (1975)
147. MARQUART, R.: Hat die Spirometrie heute noch eine Bedeutung?
Tuberkulosearzt 10, 415 (1956)
148. MARX, H. H., ZACK, W. J., MÜLLER, O. E.: Untersuchungen zur spirometrischen Differenzierung der kardialen und pulmonalen Arbeitsleistung.
Zschr. Kreislaufforschg. 43, 714 (1954)
149. MATHESON, H. W., SPIES, S. N., GRAY, J. S., BARNUM, D. R.: Ventilatory Function Tests. II. Factors Affecting the Voluntary Ventilation Capacity.
J. Clin. Invest. 29, 682 (1950)
150. MATHESON, H. W., GRAY, J. S.: Ventilatory Function Tests. III. Resting Ventilation, Metabolism and Derived Measures.
J. Clin. Invest. 29, 288 (1950)
151. MATTHYS, H.: Lungenfunktion als Grundlage der Diagnostik.
Prax. Pneumol. 29, 71 (1975)
152. MATTHYS, H., ORTH, U., OVERRATH, G., KONIETZKO, N.: Verhalten von Druck, Fluß, Volumen und verwandter Größen bei forcierter Atmung.
Pneumologie 147, 250 (1973)
153. MCNEILL, R. S., MCKENZIE, J. M.: An Assessment of the Value of Breathing Exercises in Chronic Bronchitis and Asthma.
Thorax 10, 250 (1955)
154. MEAD, J.: Control of respiratory frequency.
J. Appl. Physiol. 15, 325 (1960)
155. MEAKINS, J. L. and LONG, C. N. H.: Oxygen consumption oxygen debt and lactic acid in Circulatory failure.
J. clin. Invest. 4 (1927) 273
156. MELLEROWICZ, H.: Ergometrie, 2. Auflage.
Urban- und Schwarzenberg-Verlag, München-Berlin-Wien (1975)
157. MELLEROWICZ, H., NOWACKI, P.: Vergleichende Untersuchungen von Atem- und Kreislaufunktionen bei physikalisch gleicher ergometrischer Arbeit im Stehen, Sitzen und Liegen.
Zschr. Kreislaufforschg. 50, 1002 (1961)
158. MELLEROWICZ, H., GALLE, L.: Vergleichende Untersuchungen kardialer und pulmonaler Funktionen bei maximaler Arbeit am Ergometer im Stehen, Sitzen und Liegen.
Der Sportarzt 10, 332 (1962)

159. METHENY, E., BROUHA, L., JOHNSON, R. E., FORBES, W. H.: Some Physiologic Responses of Women and Men to Moderate and Strenuous Exercise: A Comparative Study. *Am. J. Physiol.* 137, 318 (1942)
160. MICHAELIS, H. u. MÜLLER, E. A.: Über die Höchstgeschwindigkeit der Sauerstoffaufnahme des Körpers *Arbeitsphysiol.* 11 (1941) 462
161. MILIC-EMILI, J.: Small Airway Closure, and its Physiological Significance. *Scand. J. Resp. Dis., Suppl.* 85 (1974)
162. MILLER, W. F., JOHNSON, R. L., J. R. and WU, N.: Realationships between fast vital capacity and various timed expiratory capacities. *J. Appl. Physiol.* 14, 157 (1959)
163. MITSCHER, J. H., SPRONLE, B. H. and CHAPMAN, C. B.: The physiological meaning of the maximal oxygen nitrate test. *J. clin. Invest.* 37 (1958) 538
164. MORENO, F., LYONS, H. A.: Effect of body posture on lung volumes. *J. Appl. Physiol.* 16, 27 (1961)
165. MORSE, M., SCHLUTZ, F. W., CASSELS, D. E.: Relation of Age to Physiological Responses of the Older Boy (10-17 Years) to Exercise. *J. Appl. Physiol.* 1, 683 (1949)
166. MÜLLER, E. A.: Ein Leistungspulsindex als Maß der Leistungsfähigkeit. *Arbeitsphysiologie* 14, 271 (1950)
167. NAIMARK, A., CHERNIACK, R. M.: Compliance of the respiratory system and its components in health and obesity. *J. Appl. Physiol.* 15, 377 (1960)
168. NEEDHAM, C. D., ROGAN, M. C., MCDONALD, I.: Normal standards for lung volumes, intrapulmonary gas-mixing, and maximum breathing capacity. *Thorax* 9, 313 (1954)
169. NIELSEN, M.: Die Respirationsarbeit bei Körperruhe und bei Muskelarbeit. *Scand. Arch. Physiol.* 74, 299 (1936)
170. NOLTE, D.: Lungenfunktionsuntersuchungen: Methodik. *Prax. Pneumol.* 29, 67 (1975)
171. NOLTE, D.: Der Aussagewert von Lungenfunktionsmeßgrößen. *Med. Mschr.* 25, 538 (1971)
172. NÖCKER, J.: Leistungsfähigkeit und Lebensalter. *Zschr. Alternsforsch.* 14, 189 (1960)
173. NÖCKER, J.: Der trainierte Kreislauf. *Ärztl. Praxis* 25, 1718 (1973)
174. NÖCKER, J. u. BÖHLAN, V.: Abhängigkeit der Leistungsfähigkeit von Alter und Geschlecht. *Münch. med. Wschr.* 46 (1955) 1517

175. NÖCKER, J.u. BÖHLAN, V.: Der Sauerstoffpuls in Abhängigkeit vom Lebensalter.
Verh.dtsch.Ges.Kreislaufforschg.24(1958)225
176. OGILVIE, C.M., STONE, R.W. and MARSHALL, R.: The mechanics of breathing during the maximum breathing capacity test.
Clin.Sci.14, 101(1955)
177. OTIS, A.B., FENN, W.O., RAHN, H.: Mechanics of breathing in Man.
J.Appl.Physiol.2, 592(1950)
178. OTIS, A.B.: The Work of Breathing.
Physiol.Rev.34, 449(1954)
179. PALMER, K.N.V., DIAMENT, M.L.: A comparison of pulmonary function in bronchial asthma and chronic obstructive bronchitis.
Thorax 25, 101(1970)
180. PASARGIKLIAN, N., GHIRINGHELLI, G.: Auswirkungen der Atemfrequenz auf den Atemgrenzwert bei Gesunden und Lungenkranken.
Beitr.Klin.Tub.118, 83(1958)
181. PIIPER, J. in Gauer-Kramer-Jung: Physiologie des Menschen, Band 6 Atmung.
Urban- und Schwarzenberg-Verlag, München-Berlin-Wien (1972)
182. PRIBAN, J.P.: An analysis of some short-term patterns of breathing in man at rest.
J.Physiol.166, 425-434(1963)
183. REICHEL, G., ULMER, W.T.: Die Bedeutung des Übergewichtes für die Lungenventilation und den Gasaustausch.
Verh.Dtsch.Ges.inn.Med.75, 170(1970)
184. REINDELL, H., KIRCHHOFF, H.W.: Über kombinierte Funktionsprüfungen des Kreislaufes und der Atmung - Untersuchungen an Menschen mit durchschnittlicher Leistungsbreite und an Hochleistungssportlern.
Dtsch.med.Wschr.81, 592(1956)
185. REINDELL, H., KÖNIG, K., ROSHAMM, H.: Funktionsdiagnostik des gesunden und kranken Herzens.
Stuttgart(1967)
186. REINDELL, H., MUSSHOF, K.u. KLEPZIG, H.: Physiologische und pathophysiologische Grundlagen der Größen- und Formveränderungen des Herzens.
Handb.Inn.Med.IX, I, 829ff, Berlin-Göttingen-Heidelberg (1960)
187. REINDELL, H., KIRCHHOFF, H.W., MUSSHOF, K.u. KLEPZIG, H.: Das Sauerstoffäquivalent, ein Maßstab für die Beurteilung der Leistungsbreite von Herz und Kreislauf.
Verh.dtsch.Ges.Kreislaufforschg.22(1956)108
188. ROBINSON, S.: Experimental Studies of Physical Fitness in Relation to Age.
Arbeitsphysiologie 10, 251(1938)
189. ROSKAMM, H., REINDELL, H., KÖNIG, K.: Körperliche Aktivität und Herz- und Kreislauferkrankungen.
Johann Ambrosius Barth München (1966)

190. ROSKAMM, H., REINDELL, H., MUSSHOF, K., KÖNIG, K.: Die Beziehungen zwischen Herzgröße und Leistungsfähigkeit bei männlichen und weiblichen Sportlern im Vergleich zu männlichen und weiblichen Normalpersonen.
Arch.Kreislaufforschg.35,67(1961)
191. ROSSIER, P.H., BÜHLMANN, A., WIESINGER, K.: Physiologie und Pathophysiologie der Atmung, 2.Auflage.
Springer-Verlag, Berlin-Göttingen-Heidelberg(1958)
192. ROSSIER, P.H., BÜHLMANN, A.: Dyspnoe und Atemarbeit -Atemmechanische Untersuchungen während Hyperventilation und großer körperlicher Arbeit-.
Schweiz.Med.Wschr.89,543(1959)
193. RUFF, F.: Exploration Régionale de la Ventilation.
Rev.franc.Mal.Resp., Suppl.1,23(1975)
194. RUFF, F.: Effects of Age and Posture on Closing Volume.
Scand.J.Resp.Dis., Suppl.85(1974)
195. RUTENFRANZ, J.: Zur Frage der Vergleichbarkeit von ergometrischen Methoden zur Prüfung der körperlichen Leistungsfähigkeit.
Arbeitsmed.-Sozialmed.-Arbeitshyg.Nr.3,93(1967)
196. SAID, S.I.: Abnormalities of Pulmonary Gas Exchange in Obesity.
Ann.Int.Med.53,1121(1960)
197. SALTIN, B., HARTLEY, L.H., KILBOMAND, A., ASTRAND, I.: Physical Training in Sedentary Middle-aged and Older Men II. Oxygen Uptake, Heart Rate, and Blood Lactate Concentration at Submaximal and Maximal Exercise.
Scand.J.Clin.Lab.Invest.24,323(1969)
198. SCHLESINGER, Z., GOLDBOURT, U., MEDALIE, J.H., ORON, D., NEUFELD, H.N., RISS, E.: Pulmonary Ventilatory Function Values for Healthy Men Aged 45 Years and Over.
Chest.63,520(1973)
199. SCHLEUSING, G., HILLER, J., NEUMANN, G.: Trainingsanpassungserscheinungen von Herz und Kreislauf.
Zschr.Alternforschg.15,111(1961)
200. SCHMIDT, J.: Höheres Alter und Sport in Zentrale Themen der Sportmedizin.
Springer-Verlag, Berlin-Heidelberg-New-York(1972)
201. SCHWALB, H.: Untersuchungen über die Ökonomie und Leistungsfähigkeit des Kreislaufs im mittleren Lebensalter.
Arch.Kreislaufforschg.56,151(1968)
202. SCHWALB, H., EBERL, I.: Herzvolumen und Sauerstoffpuls bei Übergewichtigen.
Verh.Dtsch.Ges.inn.Med.73,596(1967)
203. SCHWALB, H., SCHIMERT, G.: Das Herz bei Fettsucht.
Med.Klinik 65,1908(1970)

204. SCHWALB, H., SCHWENDEMANN, P. A.: Der Einfluß der Übergewichtigkeit auf die kardiale und körperliche Leistungsfähigkeit bei 20-70jährigen Männern.
Münch.med.Wschr.115,2113(1973)
205. SEUSING, J., ANSCHUTZ, F., DRUBE, H. Chr., OSTERWALD, K. H.: Die Beurteilung der Lungenfunktion durch Bestimmung der Ventilationsreserve und der alveolar-arteriellen Sauerstoffspannungsdifferenz.
Dtsch.Arch.klin.Med.204,68(1957)
206. SHAPIRO, W., JOHNSTON, C. E., DAMERON, R. A., PATTERSON, J. L., J. R.: Maximum ventilatory performance and its limiting factors.
J.Appl.Physiol.19,199(1964)
207. SHEPHARD, R. J.: The Maximum Sustained Voluntary Ventilation in Exercise.Clin.Sci.32,167(1967)
208. SINCLAIR, J. D.: The Effect of Breathing Exercises in Pulmonary Emphysema.
Thorax 10,246(1955)
209. SPIRO, S. G., HAHN, H. L., EDWARDS, R. H. T., PRIDE, N. B.: An analysis of the physiological strain of submaximal exercise in patients with chronic obstructive bronchitis.
Thorax 30,415(1975)
210. STANESCU, S., DUTU, St., JIENESCU, Z., HARTIA, L., NICOLESCU, N., SACERDOTEANU, F.: Investigations into Changes of Pulmonary Function in the Aged.
Respiration 25,232(1968)
211. STEGEMANN, J.: Leistungsphysiologie.
Georg-Thieme-Verlag, Stuttgart(1971)
212. STEGEMANN, J.: Herz und Kreislauf im Sport in Zentrale Themen der Sportmedizin.
Springer-Verlag, Berlin-Heidelberg-New-York(1972)
213. STRANDELL, T.: Heart Rate and Work Load at Maximal Working Intensity in Old Men.
Acta Med.Scand.176,301(1964)
214. SWENSON, E. W., ZAUNER, C. W.: Effects of Physical Conditioning on Pulmonary Function and working Capacity in Middle-Aged Men.
Scand.J.Resp.Dis.48,378(1967)
215. Szakall, A.: Maximale Leistung und maximale Arbeit.
Arbeitsphysiol.73(1944)9
216. SZCZOTKA, F., WOJCIESZAK, I., SCHOTT, Ch., WEILING, F.: Multivariate Analyse des Restitutionsverhaltens des Atem- und Kreislaufsystems von Personen nach wiederholter, durch kurze Erholungspausen unterbrochener Arbeitsbelastung.
Sportarzt und Sportmedizin 25,23(1974)
217. TAKISHIMA, T., GRIMBY, G., GRAHAM, W., KNUDSON, R., MACKLEM, P. T., MEAD, J.: Flow-volume Curves during Quiet Breathing, Maximum Voluntary Ventilation, and Forced Vital Capacities in Patients with Obstructive Lung Disease.
Scand.J.Resp.Dis.48,384(1967)

218. TENNEY, S.M., REESE, R.E.: The Ability to Sustain Great Breathing Efforts.
Resp.Physiol.5, 187(1968)
219. TUCKER, D.H., SIEKER, H.O.: The Effect of Change in Body Position on Lung Volumes and Intrapulmonary Gas Mixing in Patients with Obesity, Heart Failure, and Emphysema.
Amer.Rev.Resp.Dis.82, 787(1960)
220. TURELL, D.J., AUSTIN, R.C., ALEXANDER, J.K.: Cardiorespiratory response of very obese subjects to treadmill exercise.
J.Lab.a.Clin.Med.64, 107(1964)
221. ULMER, W.T., REICHEL, G., NOLTE, D.: Die Lungenfunktion.
Georg-Thieme-Verlag, Stuttgart(1970)
222. VALE, J.R.: Pulmonary Gas Exchange in Normal Subjects at Rest and during Moderate Exercise.
Scand.J.Resp.Dis.48, 394(1967)
223. VALENTIN, H., VENRATH, H., MALLINCKRODT, H.V.u.GÜRAHAR, M.: Die maximale Sauerstoffaufnahme in den verschiedenen Altersklassen. Eine praktisch wichtige Herz- und Kreislauf-funktionsprüfung im Vita-maxima-Bereich.
Zeitschr.Altersforschg.9(1955)291
224. VENRATH, H.: Die Atemgranzwertbestimmung und Äquivalentmethoden.
Verh.Dtsch.Ges.inn.Med.62, 125(1956)
225. VOGEL, J.: Informationsgehalt respiratorischer Ruhe- und Belastungsparameter als Insuffizienz Kriterien im Regelsystem der Atmung.
Zschr.Erkrk.Atmungsorgane 140, 5(1974)
226. WACHHOLDER, K.: Die Vitalkapazität als Maß der körperlichen Leistungsfähigkeit.
Klin.Wschr.7, 295(1928)
227. WALTHER, H., KELLER, R.: Zum Problem der Sollwertbestimmung der Vitalkapazität unter besonderer Berücksichtigung der Methode nach Gaubatz-Marquard.
Zschr.Erkrank.Atmungsorgane 136, 357(1972)
228. WILLIAMS, M.H., J.R., SHIM, C.S.: Ventilatory Failure. Etiology and Clinical Forms
Am.J.Med.48, 477(1970)
229. WORTH, G., MAYSERS, K.: Die Lungenfunktion in Abhängigkeit von Lebensalter und Beruf.
Arbeitsmed.-Sozialmed.-Arbeitshyg.3, 97(1967)
230. WYSS, F.: Atemnot und Lungenfunktionsbild bei Fettsucht.
Dtsch.med.J.10, 393(1959)
231. YAMADA, N., TATAI, K.: Vital Capacity, Maximum Breathing Capacity and Maximum Breathing Rate in Healthy Male Adults.
Jap.J.Physiol.4, 246(1954)
232. ZEHNDER, H.: Untersuchung der Lungenfunktion bei Gesunden: Ermittlung neuer Normen für Vitalkapazität, Pneumometerwert und Residualvolumen.
Helvet.Med.Acta 27, 245(1960)

233. ZEILHOFER, R.: Die Mechanik der Atmung bei Adipositas.
Arbeitsmed.-Sozialmed.-Arbeitshyg. 3, 111 (1967)
234. ZOCCHÉ, G. P., FRITTS, H. W., COURNAND, A. and Jr.: Fraction of
maximum breathing capacity available for prolonged
hyperventilation.
J. Appl. Physiol. 15, 1073 (1960)

Tafel 1. Aufstellung der Bezeichnungen

1. UntersuchungenTeil I

VO_2 -R	Sauerstoffaufnahme in Ruhe
VK-R	Vitalkapazität in Ruhe
AA-R	Atemäquivalent in Ruhe
P-R	Herzfrequenz in Ruhe
O_2P -R	Sauerstoffpuls in Ruhe
RR_{sy} -R	Blutdruck systolisch in Ruhe
RR_{di} -R	Blutdruck diastolisch in Ruhe
HV	Herzvolumen
VO_2 -80W	Sauerstoffaufnahme bei 80 Watt

Teil II

AMV -80W	Atemminutenvolumen bei 80 Watt
AA-80W	Atemäquivalent bei 80 Watt
P-80W	Herzfrequenz bei 80 Watt
O_2P -80W	Sauerstoffpuls bei 80 Watt
RR_{sy} -80W	Blutdruck systolisch bei 80 Watt
RR_{di} -80W	Blutdruck diastolisch bei 80 Watt
HV/O_2P -80W	Herzvolumenleistungsquotient bei 80 Watt
O_2P_{max}	maximaler, gemessener Sauerstoffpuls
$Q_{max} = HV/O_2P_{max}$	maximaler Herzvolumenleistungsquotient

2. Personengruppen

A	Allgemein
NG	Normalgewichtige
ÜG	Übergewichtige
R	Raucher
NR	Nichtraucher
S	Sportler
NS	Nichtsportler
HY	Hypertoniker
NHY	Nichthypertoniker

3. Altersdekaden

I	1931...1940
II	1921...1930
III	1911...1920
IV	1901...1910

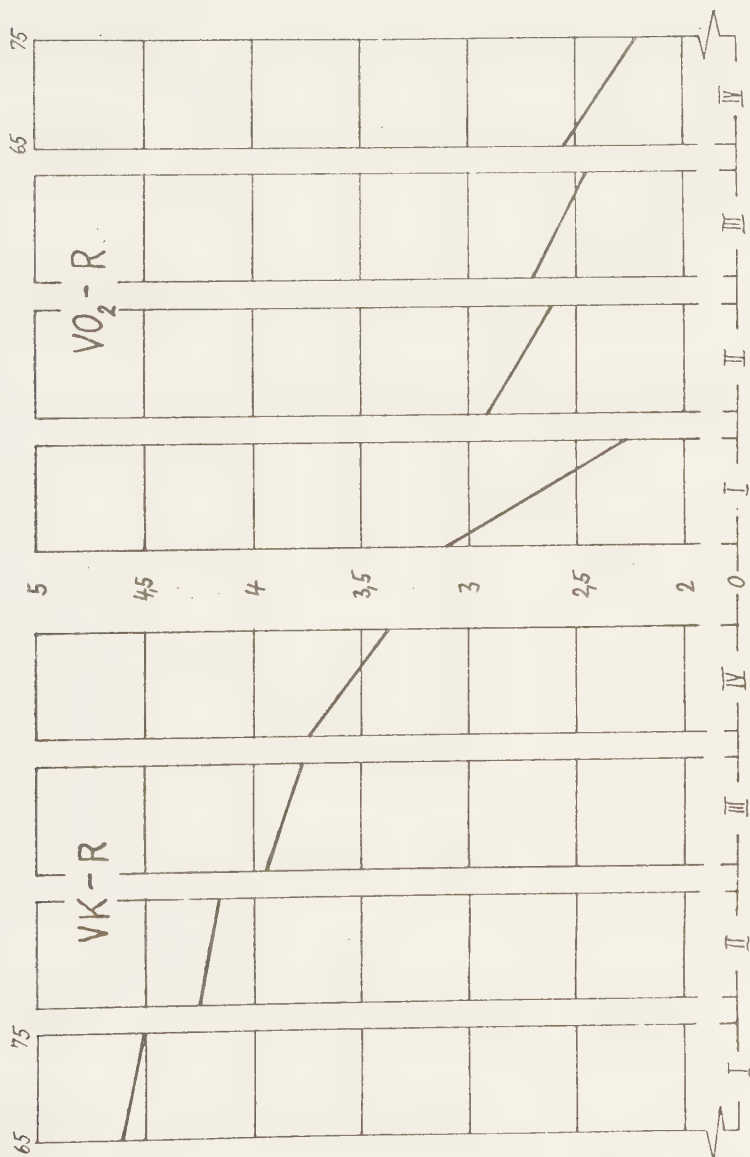


Bild 1 Mittelwerte $\bar{x}$ der Personengruppe A (Allg.) 1965 u. 1975 und Altersdekaden I...IV für $VK - R$ und $VO_2 - R$

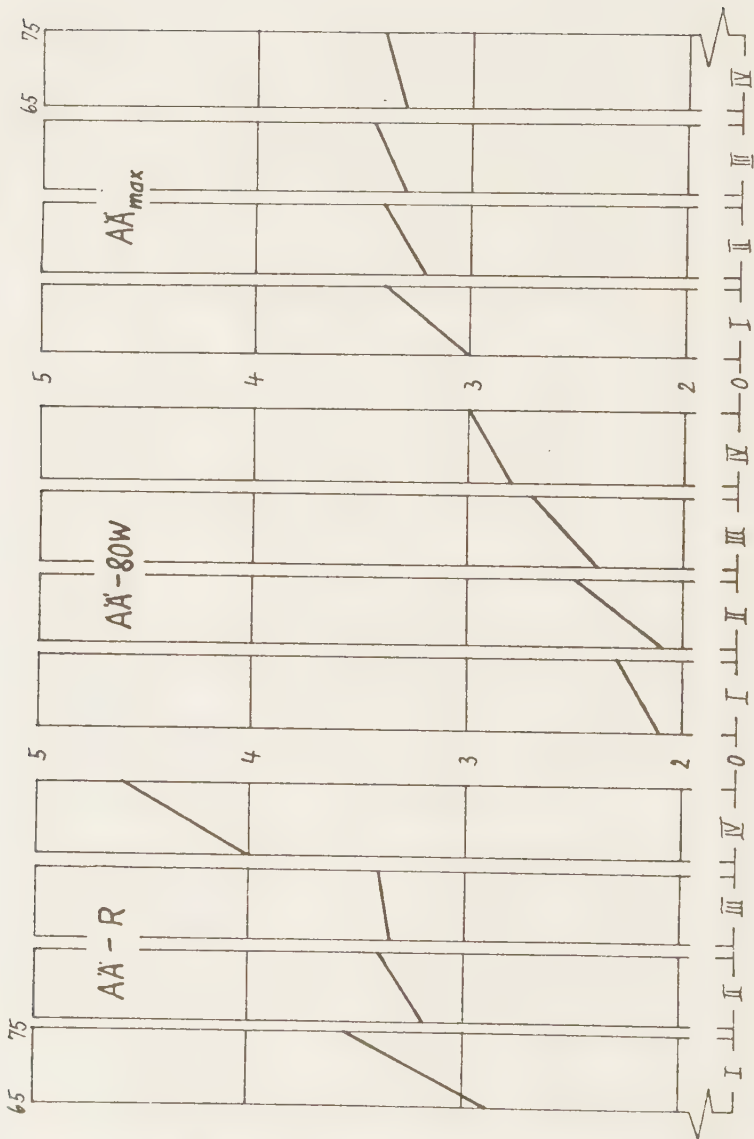


Bild 2 Mittelwerte $\bar{x}$ der Personengruppe A (Allg.) 1965 u. 1975 und Altersdekaden I...IV für $AA-R$, $AA-80W$ und AA_{max}

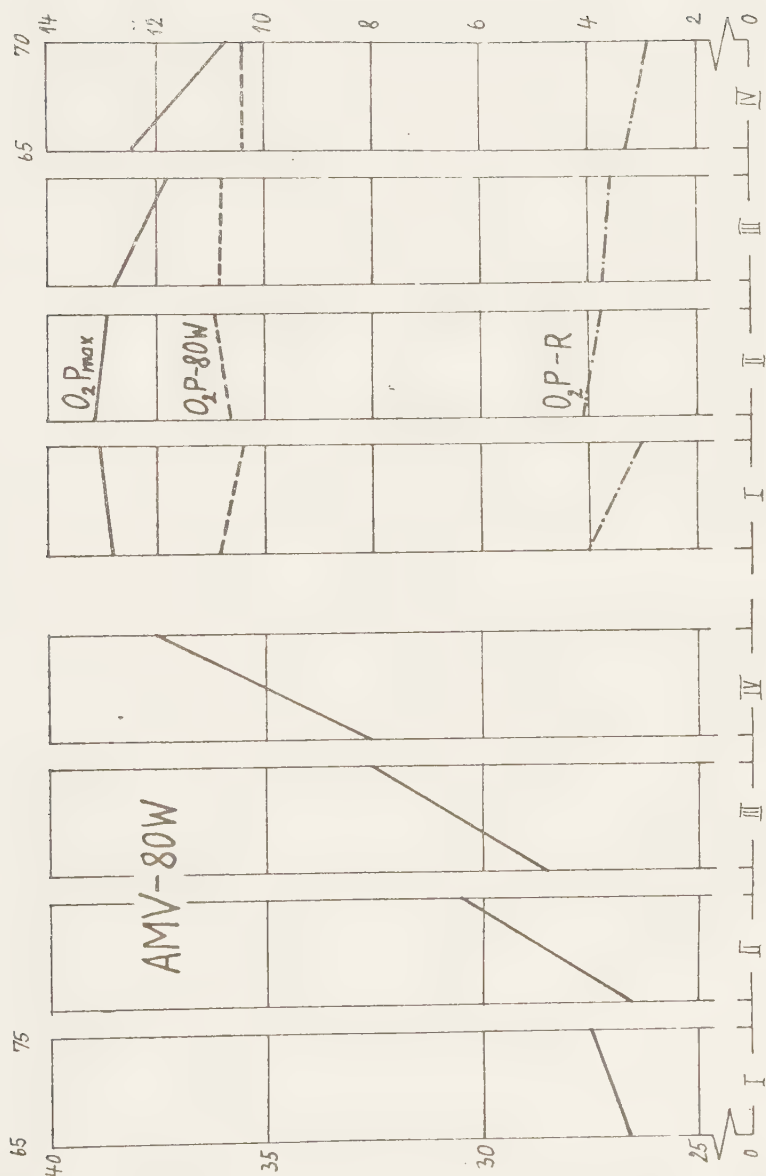


Bild 3 Mittelwerte $\bar{x}$ der Personengruppe A (Allg.) 1965 u. 1975
und Altersdekaden I...IV für $AMV-80W$, O_2P-R , O_2P-80W und O_2P_{max}

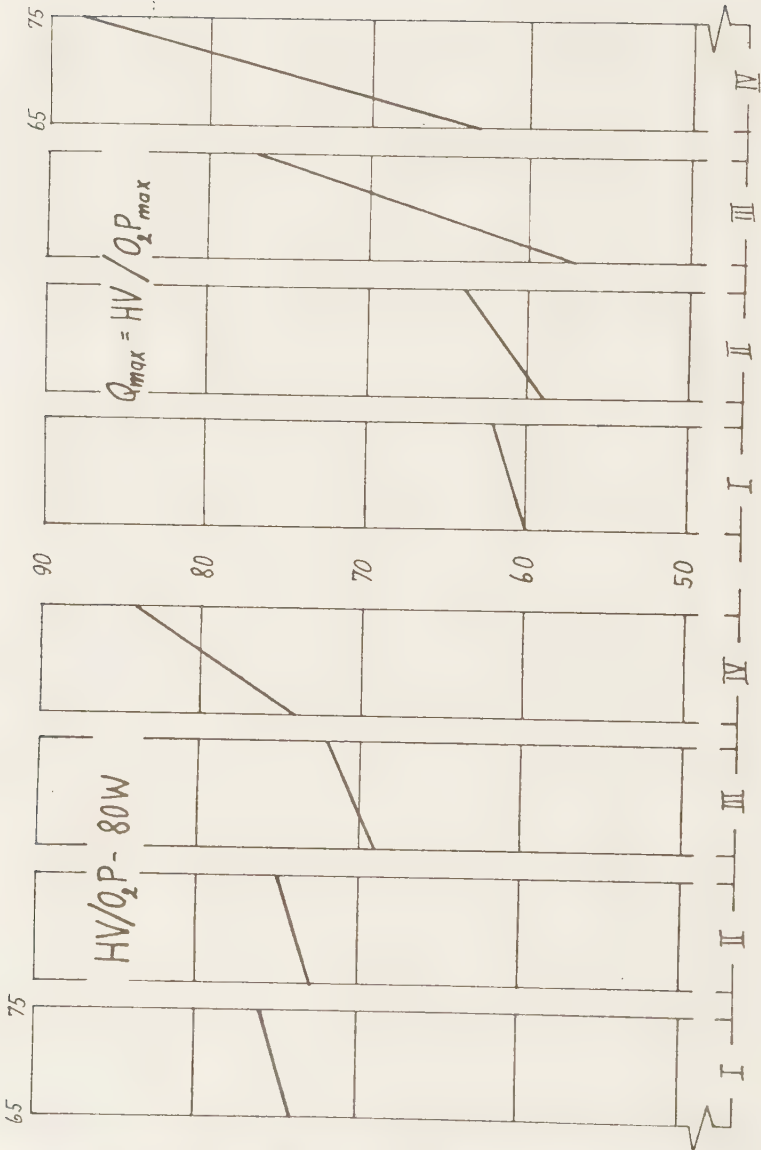


Bild 4 Mittelwerte $\bar{x}$ der Personengruppe A (Allg.) 1965 u. 1975 und Altersdekaden I...IV für HV/O_2P-80W und $Q_{max}=HV/O_2P_{max}$

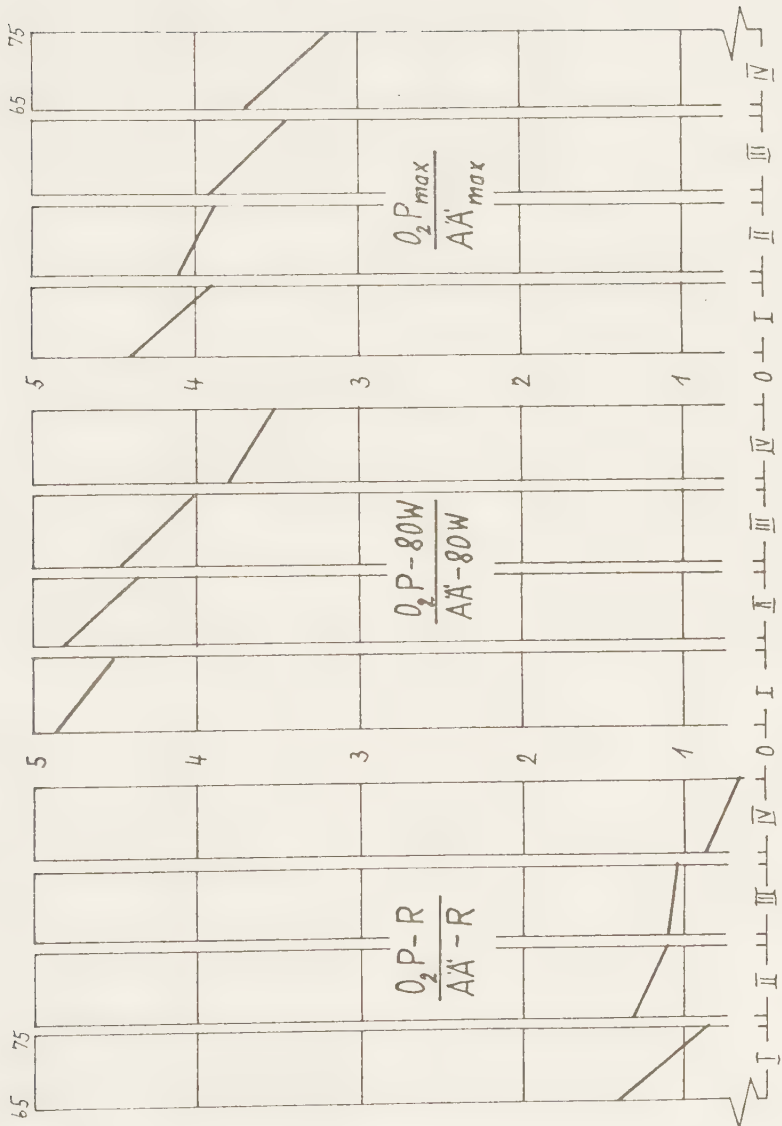


Bild 5 Quotienten der Mittelwerte $\bar{x}$ der Personengruppe A (Allg.) bei Altersdekaden I...IV: $\frac{O_2P-R}{AA-R}$, $\frac{O_2P-80W}{AA-80W}$ und $\frac{O_2P_{max}}{AA_{max}}$

Tafel 2 . Meßdaten-Auswertung der Untersuchungen Teil I
Altersdekade I: 1931...1940

Pers.- Grupp.	Unters. Jahr.	VO ₂ -R			V _A -R			AA-R		
		n	$\bar{x}$	s_{n-1}	n	$\bar{x}$	s_{n-1}	n	$\bar{x}$	s_{n-1}
A	65	19	307	78,1	19	4,6	0,77	19	2,9	0,94
	75		225	64,1		4,5	1,03		3,6	1,45
NG	65	10	327	76,2	10	4,9	0,87	10	2,6	0,74
	75		243	72,0		4,9	1,36		3,5	1,39
UG	65	9	286	78,6	9	4,2	0,49	9	3,3	1,03
	75		212	57,8		4,2	0,63		3,6	1,57
R	65	9	321	77,6	9	4,2	0,53	9	2,8	0,94
	75		235	54,9		3,8	0,91		3,1	0,87
NR	65	10	295	80,5	10	4,9	0,84	10	3,0	0,93
	75		208	62,1		4,7	0,70		4,1	1,62
S	65	7	312	54,8	7	4,8	1,01	7	2,7	0,80
	75		214	73,7		4,9	0,78		3,7	2,00
NS	65	12	305	91,1	12	4,4	0,61	12	3,1	1,02
	75		221	54,2		4,1	0,84		3,7	1,16
HY	65	6	271	97,6	6	4,6	0,78	6	3,7	1,14
	75		243	64,5		3,5	0,95		3,8	1,40
NHY	65	13	324	64,8	13	4,6	0,80	13	2,6	0,56
	75		222	65,6		4,7	0,96		3,6	1,51
		P-R			O ₂ P-R			RR _{sy} -R		
A	65	19	77	7,5	19	4,0	1,04	19	135	7,68
	75		75	10,8		3,0	0,86		130	10,04
NG	65	10	75	5,1	10	4,4	1,00	10	140	7,15
	75		78	13,5		3,2	0,90		135	14,13
UG	65	9	79	9,3	9	3,6	0,97	9	135	8,46
	75		73	8,5		3,0	0,86		130	6,36
R	65	9	79	7,8	9	3,9	0,85	9	135	8,21
	75		81	14,0		3,0	0,93		130	11,13
NR	65	10	74	6,7	10	4,1	1,24	10	140	7,55
	75		71	7,3		2,9	0,75		130	9,44
S	65	7	72	5,5	7	4,4	0,76	7	135	7,48
	75		71	6,1		3,0	0,89		130	6,83
NS	65	12	79	7,6	12	3,8	1,16	12	135	8,11
	75		77	12,6		2,9	0,79		130	11,31
HY	65	6	78	7,8	6	3,4	1,13	6	140	6,06
	75		87	12,1		3,7	1,61		145	12,58
NHY	65	13	76	7,6	13	4,3	0,91	13	135	7,49
	75		72	9,1		3,1	0,92		130	8,37
		RR _{di} -R			HV			VO ₂ -R _{di}		
A	65	19	90	9,55	19	776	103,9	19	1205	52,7
	75		90	7,50		785	71,1		1195	84,0
NG	65	10	85	9,85	10	775	117,6	10	1205	57,3
	75		90	8,21		770	63,0		1210	105,7
UG	65	9	95	7,07	9	760	93,1	9	1205	50,5
	75		90	7,17		800	77,4		1185	67,8
R	65	9	90	3,66	9	725	41,6	9	1190	50,2
	75		90	8,02		745	38,3		1190	99,4
NR	65	10	90	10,75	10	805	128,8	10	1220	53,5
	75		90	7,89		805	79,9		1190	77,7
S	65	7	85	10,75	7	790	124,6	7	1190	50,3
	75		90	2,58		845	63,5		1200	101,3
NS	65	12	90	9,16	12	755	92,9	12	1210	51,5
	75		90	9,16		755	50,4		1190	78,4
HY	65	6	95	5,16	6	730	93,0	6	1230	39,5
	75		105	7,34		810	61,4		1230	81,2
NHY	65	13	85	8,30	13	785	107,9	13	1190	71,8
	75		90	4,73		785	71,8		1185	81,3

Tafel 3 . Meßdaten-Auswertung der Untersuchungen Teil II
 Altersdekade I: 1931...1940

Pers.- Grupp.	Unters. Jahr	n	$\bar{x}$	s_{n-1}	n	$\bar{x}$	s_{n-1}	n	$\bar{x}$	s_{n-1}
		AMV-8CW			AA-8CW			P-8CW		
A	65 75	19	26,6 27,3	3,94 4,90	19	2,2 2,3	0,33 0,38	19	120 116	7,5 13,6
NG	65 75	10	24,7 28,4	2,60 5,30	10	2,1 2,3	0,25 0,42	10	123 122	6,4 17,9
UG	65 75	9	28,6 26,5	4,30 4,69	9	2,4 2,3	0,35 0,36	9	117 112	7,9 7,8
R	65 75	9	25,6 29,5	3,09 6,53	9	2,2 2,5	0,28 0,42	9	118 120	8,5 18,0
NR	65 75	10	27,4 26,4	4,56 3,11	10	2,3 2,3	0,37 0,30	10	122 115	6,5 9,9
S	65 75	7	26,2 26,6	3,58 3,72	7	2,2 2,2	0,30 0,35	7	122 118	6,1 10,2
NS	65 75	12	26,8 28,2	4,28 5,35	12	2,2 2,4	0,36 0,36	12	119 117	8,3 15,2
HY	65 75	6	27,5 29,9	5,35 7,64	6	2,3 2,4	0,38 0,45	6	119 125	8,2 27,3
NHY	65 75	13	26,2 26,8	3,29 4,42	13	2,2 2,3	0,32 0,38	13	120 115	7,5 10,3
		O ₂ P-8CW			IR _{sy} -8CW			IR _{di} -8CW		
A	65 75	19	10,7 10,4	2,36 1,34	19	165 180	29,0 19,6	19	95 95	8,9 9,3
NG	65 75	10	10,9 10,0	3,26 1,45	10	175 185	10,9 27,5	10	90 95	7,8 10,2
UG	65 75	9	10,4 10,7	0,69 1,25	9	170 175	12,6 11,9	9	100 95	8,0 9,1
R	65 75	9	10,1 10,1	0,78 1,47	9	165 185	12,3 23,2	9	90 95	5,1 9,6
NR	65 75	10	11,2 10,4	3,16 1,13	10	175 175	9,1 17,3	10	95 95	11,5 10,0
S	65 75	7	11,2 10,2	3,90 1,22	7	175 180	10,4 20,6	7	95 90	7,6 8,0
NS	65 75	12	10,3 10,3	0,70 1,31	12	170 180	12,4 20,6	12	95 95	9,9 10,0
HY	65 75	6	12,2 10,4	3,86 1,81	6	180 195	11,7 32,2	6	100 110	9,3 7,6
NHY	65 75	13	10,0 10,4	0,66 1,25	13	170 175	10,3 16,5	13	90 90	7,8 7,0
		HV/O ₂ P-8CW			O ₂ P _{max}			Q _{max} = HV/O ₂ P _{max}		
A	65 75	19	73,9 76,4	13,52 8,99	19	12,8 13,0	2,6 2,0	19	60,4 61,6	8,67 8,11
NG	65 75	10	74,2 77,8	15,70 9,58	10	13,0 12,3	3,5 2,2	10	61,0 63,8	10,37 11,27
UG	65 75	9	73,5 75,4	11,56 8,86	9	12,5 13,7	1,2 1,7	9	59,6 59,8	6,55 4,22
R	65 75	9	72,0 75,7	5,21 11,50	9	12,4 12,1	1,6 1,7	9	59,4 62,3	5,39 8,32
NR	65 75	10	75,6 77,9	18,30 7,15	10	13,1 13,6	3,3 2,1	10	61,3 61,5	11,34 8,71
S	65 75	7	75,3 82,7	20,14 3,67	7	13,5 13,9	3,9 2,7	7	57,4 64,0	10,65 9,59
NS	65 75	12	73,0 74,2	8,71 9,37	12	12,3 12,6	1,5 1,7	12	61,8 60,5	7,57 7,76
HY	65 75	6	63,2 78,9	14,57 8,25	6	12,2 12,5	1,7 2,6	6	50,2 67,3	7,33 9,25
NHY	65 75	13	78,8 75,9	10,16 9,30	13	13,0 13,2	3,0 2,0	13	66,4 66,4	9,76 7,69

Tafel 4 . Meßdaten-Auswertung der Untersuchungen Teil I
 Altersdekade II: 1921...1930

Pers.- Grupp.	Unters. Jahr	n	$\bar{x}$	s_{n-1}	n	$\bar{x}$	s_{n-1}	n	$\bar{x}$	s_{n-1}
			VO ₂ -R		V _l -R		AA-R			
A	65 75	64	288,4 258,7	60,9 72,5	64	4,25 4,12	0,65 0,64	64	3,18 3,40	0,91 1,27
NG	65 75	17	296,3 274,7	65,3 57,2	17	4,66 4,47	0,74 0,78	17	2,98 2,90	0,87 1,17
UG	65 75	47	286,4 260,9	60,3 67,4	47	4,09 4,03	0,54 0,58	47	3,27 3,62	0,96 1,28
R	65 75	37	291,4 261,9	68,2 74,6	37	4,26 4,06	0,67 0,62	37	3,14 3,31	0,95 1,20
NR	65 75	27	283,6 264,4	53,0 54,2	27	4,22 4,26	0,62 0,72	27	3,29 3,56	0,93 1,38
S	65 75	10	289,6 280,2	72,9 95,5	10	4,25 4,68	0,71 0,19	10	3,00 3,77	0,92 1,53
NS	65 75	54	288,0 260,9	58,2 62,5	54	4,27 4,10	0,68 0,68	54	3,24 3,38	0,95 1,25
HY	65 75	24	277,5 269,0	68,3 60,1	24	4,05 4,03	0,57 0,84	24	3,35 3,64	0,79 1,40
NHY	65 75	40	291,0 258,7	60,1 69,0	40	4,33 4,20	0,66 0,58	40	3,13 3,32	1,00 1,19
			P-R		O ₂ P-R		RR _{cy} -R			
A	65 75	64	73,9 70,5	13,13 10,92	64	4,66 3,77	1,04 1,01	64	135,9 136,0	11,92 15,47
NG	65 75	17	75,0 68,7	12,59 8,48	17	4,08 4,07	1,22 0,96	17	130,6 129,2	7,93 13,42
UG	65 75	47	73,7 71,2	13,48 11,72	47	4,06 3,66	0,99 1,02	47	137,8 138,6	12,63 15,52
R	65 75	37	73,2 68,9	12,15 9,45	37	4,16 3,88	1,07 1,13	37	135,8 135,3	10,29 15,72
NR	65 75	27	75,0 72,4	14,77 12,14	27	3,91 3,65	0,99 0,87	27	136,2 136,8	14,38 15,40
S	65 75	10	68,8 64,3	11,59 6,40	10	4,35 4,33	1,46 1,32	10	132,7 125,0	8,81 4,47
NS	65 75	54	75,2 71,2	13,28 11,12	54	3,99 3,72	0,91 0,97	54	136,8 137,3	12,29 15,63
HY	65 75	24	81,7 77,5	14,13 11,70	24	3,55 3,49	0,83 0,94	24	147,4 149,6	11,69 13,61
NHY	65 75	40	70,1 66,1	10,93 7,96	40	4,29 3,95	1,04 1,03	40	130,3 127,5	6,94 9,27
			RR _{gl} -R		IV		VO ₂ -8-W			
A	65 75	64	89,69 91,25	9,35 9,22	64	767 810	100,7 103,3	64	1185 1215	78,9 82,2
NG	65 75	17	83,13 88,89	6,29 7,78	17	753 790	94,4 103,5	17	1170 1205	82,9 97,9
UG	65 75	47	91,67 92,12	9,24 9,60	47	774 818	103,2 103,3	47	1190 1215	77,2 76,2
R	65 75	37	88,88 91,00	9,51 9,91	37	768 802	107,6 102,2	37	1185 1210	87,1 82,3
NR	65 75	27	91,00 91,50	9,13 8,42	27	765 818	90,8 105,7	27	1190 1215	65,6 83,4
S	65 75	10	86,92 82,50	11,09 4,18	10	752 831	87,0 96,2	10	1175 1210	72,5 68,7
NS	65 75	54	90,38 92,12	8,85 9,11	54	771 808	104,3 104,6	54	1190 1215	80,9 82,9
HY	65 75	24	100,24 99,20	6,61 7,46	24	758 810	101,0 74,7	24	1205 1235	87,5 92,8
NHY	65 75	40	84,66 86,25	5,43 6,18	40	771 778	101,5 112,1	40	1175 1170	75,6 78,7

Tafel 5 . Meßdaten-Auswertung der Untersuchungen Teil II
 Altersdekade II: 1921...1930

Pers.- Grupp.	Unters. Jahr	n	$\bar{x}$	s_{n-1}	n	$\bar{x}$	s_{n-1}	n	$\bar{x}$	s_{n-1}
		AMV-80W			AA-30W			P-80W		
A	65	64	26,7	4,80	64	2,2	0,34	64	113	11,70
	75		30,5	7,68		2,5	0,56		113	12,22
NG	65	17	29,2	3,69	17	2,1	0,26	17	115	8,79
	75		28,6	4,29		2,3	0,35		114	11,49
UG	65	47	27,1	5,05	47	2,3	0,36	47	112	12,71
	75		30,5	7,12		2,5	0,62		113	12,60
R	65	37	26,8	4,97	37	2,3	0,34	37	112	11,00
	75		30,6	7,25		2,5	0,69		111	10,34
NR	65	27	26,5	4,60	27	2,2	0,35	27	114	11,74
	75		29,2	5,48		2,4	0,37		116	13,81
S	65	10	25,5	5,19	10	2,2	0,42	10	108	9,02
	75		26,4	6,69		2,2	0,52		104	6,68
NS	65	54	27,0	4,70	54	2,3	0,32	54	114	12,12
	75		30,3	6,39		2,5	0,56		114	12,33
HY	65	24	27,8	4,18	24	2,3	0,27	24	120	13,23
	75		30,5	6,33		2,5	0,54		119	12,36
NHY	65	40	26,2	5,01	40	2,2	0,37	40	109	9,24
	75		29,6	6,62		2,4	0,58		109	10,55
		O ₂ P-80W			RRSV-80W			RRdi-80W		
A	65	64	10,6	1,08	64	175	18,7	64	95	10,93
	75		10,9	1,18		185	24,0		96	11,30
NG	65	17	10,2	0,95	17	165	13,1	17	90	6,70
	75		10,8	1,50		175	19,6		92	10,32
UG	65	47	10,7	1,10	47	175	20,0	47	96	10,91
	75		10,9	1,05		190	24,6		98	11,41
R	65	37	10,6	1,05	37	175	19,0	37	95	11,85
	75		11,1	1,27		185	23,4		95	11,72
NR	65	27	10,6	1,16	27	170	17,6	27	95	9,52
	75		10,6	1,03		185	25,0		98	10,72
S	65	10	10,9	1,00	10	160	15,6	10	91	10,03
	75		11,6	0,75		160	11,3		89	2,04
NS	65	54	10,5	1,10	54	175	18,5	54	96	11,03
	75		10,8	1,20		190	23,6		97	11,62
HY	65	24	10,2	1,22	24	190	16,4	24	105	9,61
	75		10,5	1,01		205	20,7		104	11,30
NHY	65	40	10,8	0,97	40	165	14,7	40	90	7,47
	75		11,2	1,21		155	14,8		91	7,57
		V/O ₂ P-80W			O ₂ P _{max}			Q _{max} = LIV/O ₂ P _{max}		
A	65	64	73,1	9,52	64	13,10	2,09	64	58,5	8,50
	75		74,6	9,18		12,85	2,13		62,9	10,12
NG	65	17	73,5	7,49	17	12,65	1,74	17	59,3	5,99
	75		73,5	8,36		12,72	2,25		63,2	9,00
UG	65	47	73,0	10,19	47	13,23	2,20	47	58,4	9,27
	75		75,1	9,54		12,91	2,11		64,2	10,63
R	65	37	73,2	9,85	37	13,29	1,55	37	58,8	8,40
	75		72,3	9,35		13,12	2,26		62,3	10,46
NR	65	27	73,1	9,18	27	12,77	2,74	27	58,0	8,79
	75		77,3	8,53		12,55	1,96		65,7	9,57
S	65	10	70,7	8,19	10	13,25	1,48	10	53,8	5,39
	75		71,8	10,42		14,65	2,25		58,7	12,60
NS	65	54	73,7	9,81	54	13,05	2,23	54	59,7	8,76
	75		74,9	9,09		12,67	2,05		64,5	9,79
HY	65	24	70,7	11,64	24	12,29	2,00	24	61,1	10,31
	75		72,1	9,90		12,13	1,46		67,3	8,83
NHY	65	40	71,5	8,03	40	13,45	2,05	40	57,1	7,07
	75		72,4	9,68		13,32	2,37		61,3	10,31

Tafel 6 . Meßdaten-Auswertung der Untersuchungen Teil I
Altersdekade III: 1911...1920

Pers.- Grupp.	Unters. Jahr	n	$\bar{x}$	s_{n-1}	n	$\bar{x}$	s_{n-1}	n	$\bar{x}$	s_{n-1}
		VO ₂ -R			V _A -R			AA-R		
A	65	50	262,8	72,8	50	3,92	0,81	50	3,35	1,21
	75		246,3	53,4		3,73	0,74		3,42	1,05
NG	65	13	270,8	80,1	13	3,96	0,76	13	3,29	1,55
	75		240,2	82,7		3,49	0,76		3,97	1,35
ÜG	65	37	259,8	70,8	37	3,91	0,83	37	3,35	1,16
	75		248,2	57,5		3,80	0,72		3,22	0,92
R	65	32	257,3	67,1	32	3,76	0,68	32	3,28	1,23
	75		244,8	59,5		3,63	0,66		3,35	0,99
NR	65	18	274,2	81,7	18	4,19	0,96	18	3,57	1,24
	75		235,6	90,1		3,95	0,83		3,71	1,19
S	65	3	207,0	28,6	3	4,40	0,56	3	2,83	0,40
	75									
NS	65	47	266,3	73,5	47	3,89	0,81	47	3,36	1,25
	75		247,4	63,5		3,73	0,74		3,44	1,05
HY	65	20	279,0	77,2	20	3,82	0,62	20	3,18	1,09
	75		244,1	48,3		3,60	0,74		3,36	1,13
NHY	65	30	251,5	68,7	30	3,99	0,92	30	3,44	1,31
	75		247,9	73,7		3,83	0,73		3,56	1,01
		P-R			O ₂ P-R			RR _{sy} -R		
A	65	50	72	9,9	50	3,71	1,25	50	135	15,4
	75		70	9,6		3,58	1,02		140	19,8
NG	65	13	74	10,6	13	3,76	1,43	13	135	15,9
	75		70	8,7		3,57	1,38		140	14,6
ÜG	65	37	71	9,6	37	3,63	1,14	37	135	15,3
	75		70	9,9		3,59	0,91		145	21,3
R	65	32	74	10,1	32	3,49	1,13	32	135	16,2
	75		71	9,1		3,48	0,85		145	20,4
NR	65	18	68	8,0	18	4,04	1,45	18	135	14,0
	75		68	10,5		3,77	1,31		140	19,3
S	65	3	71	8,3	3	3,00	0,72	3	130	10,4
	75									
NS	65	47	72	10,0	47	3,76	1,26	47	135	15,5
	75		70	9,6		3,61	1,02		140	20,0
HY	65	20	74	10,1	20	3,76	1,19	20	145	14,3
	75		74	7,7		3,33	0,78		160	18,8
NHY	65	30	71	9,7	30	3,68	1,31	30	130	12,6
	75		67	9,7		3,77	1,15		130	7,9
		RR _{di} -R			RV			VO ₂ -R _{di}		
A	65	50	90	9,52	50	745	119,3	50	1190	78,4
	75		90	10,88		781	106,8		1210	131,7
NG	65	13	85	9,64	13	687	93,7	13	1155	64,2
	75		95	10,33		721	74,9		1205	60,5
ÜG	65	37	90	9,18	37	768	122,8	37	1200	80,4
	75		90	11,17		800	108,8		1210	148,3
R	65	32	90	10,84	32	752	126,7	32	1180	78,1
	75		95	11,72		775	106,8		1220	154,9
NR	65	18	90	6,64	18	736	103,2	18	1190	85,3
	75		90	9,39		796	110,9		1195	84,1
S	65	3	85	10,41	3	827	150,1	3	1245	25,2
	75									
NS	65	47	90	9,42	47	741	118,4	47	1185	79,2
	75		93	10,24		779	107,7		1210	143,1
HY	65	20	100	6,35	20	791	125,7	20	1195	85,0
	75		105	6,46		789	103,9		1220	181,7
NHY	65	30	85	5,91	30	714	105,9	30	1180	81,9
	75		85	4,24		775	110,3		1200	81,9

Tafel 7 . Meßdaten-Auswertung der Untersuchungen Teil II
 Altersdeade III: 1911...1920

Pers.- Grupp.	Unters. Jahr	AMV-8 OW			AA-8 OW			P-8 OW		
		n	$\bar{x}$	s_{n-1}	n	$\bar{x}$	s_{n-1}	n	$\bar{x}$	s_{n-1}
A	65	50	28,3	4,04	50	2,39	0,34	50	110,8	11,6
	75		32,4	6,46		2,70	0,58		113,7	14,6
NG	65	13	28,0	4,66	13	2,44	0,38	13	113,9	10,7
	75		31,7	5,87		2,63	0,56		117,6	19,3
UG	65	37	28,4	3,86	37	2,37	0,33	37	109,7	11,8
	75		32,3	6,75		2,72	0,59		112,5	12,9
R	65	32	29,3	4,06	32	2,47	0,36	32	111,9	12,5
	75		32,8	6,90		2,71	0,60		116,3	13,0
NR	65	18	27,0	3,74	18	2,26	0,28	18	107,9	9,8
	75		30,9	5,02		2,59	0,41		103,8	16,5
S	65		28,6	4,08		2,30	0,30		100,7	17,5
	75									
NS	65	47	28,3	4,08	47	2,39	0,34	47	111,4	11,1
	75		32,6	6,56		2,72	0,57		113,8	14,8
IHY	65	20	29,0	4,33	20	2,42	0,36	20	110,1	13,1
	75		35,0	7,19		2,91	0,72		120,3	15,8
NHY	65	30	28,1	3,81	30	2,37	0,33	30	111,2	10,7
	75		30,2	5,23		2,55	0,41		109,2	12,1
O ₂ P-8 OW										
A	65	50	10,75	1,26	50	177,5	18,1	50	97,0	9,17
	75		10,89	1,37		192,9	23,1		97,0	11,63
NG	65	13	10,21	1,22	13	168,9	15,0	13	91,9	7,23
	75		10,48	1,23		188,3	20,4		98,3	12,31
UG	65	37	10,92	1,23	37	180,8	18,1	37	99,0	9,17
	75		10,96	1,41		194,3	24,0		96,6	11,61
R	65	32	10,55	1,11	32	179,4	19,2	32	96,8	9,42
	75		10,80	1,29		197,3	23,7		98,0	12,77
NR	65	18	11,11	1,42	18	173,9	14,2	18	98,1	8,43
	75		11,27	1,38		183,9	19,5		94,7	9,47
S	65		11,70	2,12		170,0	8,7		95,0	5,60
	75									
NS	65	47	10,70	1,23	47	178,2	18,3	47	97,3	9,32
	75		10,89	1,38		192,9	23,3		97,3	11,07
IHY	65	20	10,78	0,90	20	184,8	17,2	20	103,3	8,32
	75		10,43	1,29		209,0	21,0		106,5	10,27
NHY	65	30	10,72	1,45	30	172,7	16,9	30	92,9	7,28
	75		11,19	1,35		181,7	17,3		90,5	7,36
I/O ₂ P-8 OW										
A	65	50	69,60	11,11	50	12,75	2,27	50	57,4	13,2
	75		71,64	13,21		11,79	2,50		67,1	79,6
NG	65	13	68,00	11,38	13	11,93	2,48	13	57,5	13,6
	75		68,08	7,80		11,80	1,67		60,1	8,5
UG	65	37	70,10	11,26	37	13,05	2,14	37	59,0	10,6
	75		72,79	14,43		11,79	2,72		67,8	19,2
R	65	32	71,35	12,44	32	12,52	2,29	32	60,2	12,4
	75		72,98	12,81		11,48	2,64		68,2	20,0
NR	65	18	66,17	7,52	18	13,13	2,17	18	56,6	0,5
	75		68,86	13,99		12,51	3,09		61,2	11,5
S	65		65,90	8,68		15,53	2,55		53,0	7,5
	75									
NS	65	47	69,79	11,39	47	12,57	2,16	47	59,0	11,1
	75		71,28	12,71		11,75	2,50		66,4	17,7
IHY	65	20	74,02	12,52	20	12,65	2,24	20	59,4	6,6
	75		74,16	16,29		16,57	2,44		74,8	18,8
NHY	65	30	67,05	9,74	30	12,80	2,33	30	58,0	12,8
	75		69,90	10,55		12,77	2,69		50,7	17,1

Tafel 8 . Meßdaten-Auswertung der Untersuchungen Teil I
 Altersdekade IV: 1901...1910

Pers.- Grupp.	Unters.- Jahr.	n	$\bar{x}$	s_{n-1}	n	$\bar{x}$	s_{n-1}	n	$\bar{x}$	s_{n-1}
VO ₂ -R										
A	65 75	28	254,7 216,4	81,4 53,0	28	3,74 3,35	0,40 0,52	28	4,03 4,56	1,37 1,97
NG	65 75	10	244,6 221,3	71,0 52,0	10	3,88 3,38	0,40 0,48	10	3,89 5,05	1,48 1,88
UG	65 75	18	285,9 212,8	84,5 55,2	18	3,69 3,33	0,40 0,56	18	4,15 4,20	1,35 2,01
R	65 75	10	267,7 131,0	108,1 55,1	10	3,93 3,44	0,47 0,75	10	4,62 5,18	1,66 3,19
NR	65 75	18	244,3 229,2	55,3 53,2	18	3,62 3,28	0,31 0,44	18	3,59 4,40	0,93 1,43
S	65 75									
NS	65 75	25	253,2 218,6	80,9 56,3	25	3,73 3,37	0,40 0,53	25	4,06 4,65	1,39 2,00
HY	65 75	12	247,2 227,9	62,5 46,7	12	3,78 3,30	0,50 0,55	12	4,03 3,96	1,40 1,25
NHY	65 75	16	259,4 209,8	95,5 66,8	16	3,71 3,42	0,29 0,50	16	4,03 5,26	1,39 2,43
P-R										
O ₂ P-R										
A	65 75	28	72,9 74,0	11,3 11,8	28	3,33 2,96	1,23 0,82	28	144,5 150,2	20,2 18,1
NG	65 75	10	75,8 71,2	5,1 9,3	10	3,19 3,17	0,91 0,88	10	135,6 146,3	18,4 18,9
UG	65 75	18	71,9 76,1	12,8 13,2	18	3,55 2,84	1,12 0,74	18	148,0 153,1	20,8 17,5
R	65 75	10	75,9 70,4	10,8 14,5	10	3,42 2,80	1,35 1,00	10	142,9 147,9	18,0 18,7
NR	65 75	18	71,0 75,2	11,6 11,1	18	3,47 3,07	0,84 0,75	18	145,6 150,8	22,9 18,7
S	65 75									
NS	65 75	25	72,8 73,9	11,6 12,2	25	3,45 2,99	1,08 0,83	25	143,5 150,0	20,4 18,4
HY	65 75	12	75,3 78,6	13,3 12,0	12	3,24 2,93	0,72 0,71	12	156,3 162,7	18,1 12,1
NHY	65 75	16	68,8 68,6	9,6 9,2	16	3,69 3,04	1,32 0,93	16	131,8 135,8	14,0 12,1
RR _{di} -R										
HV										
VO ₂ -R _{GV}										
A	65 75	28	91,9 93,2	11,8 11,6	28	770 814	110 118	28	1184 1239	88,9 156,9
NG	65 75	10	86,9 89,6	8,8 11,0	10	679 785	92 102	10	1151 1226	52,9 73,8
UG	65 75	18	93,0 96,2	12,2 11,4	18	800 844	97 125	18	1197 1250	97,7 205,7
R	65 75	10	94,6 93,8	12,2 11,6	10	751 826	134 46	10	1179 1206	109,0 61,4
NR	65 75	18	88,8 92,6	10,7 11,8	18	762 812	107 137	18	1181 1254	75,1 182,9
S	65 75									
NS	65 75	25	90,0 93,7	9,6 11,8	25	764 815	106 122	25	1180 1242	88,5 103,9
HY	65 75	12	100,0 102,7	8,6 7,3	12	735 834	236 107	12	1193 1297	104,6 111,2
NHY	65 75	16	32,3 83,1	5,9 3,3	16	744 807	90 140	16	1174 1101	72,7 105,1

Tafel 9 . Meßdaten-Auswertung der Untersuchungen Teil II
 Altersdekade IV:1901...1910

Pers.- Grupp.	Unters. Jahr.	n	$\bar{X}$	s_{n-1}	n	$\bar{X}$	s_{n-1}	n	$\bar{X}$	s_{n-1}
		AAW-80W			AA-80W			P-80W		
A	65	28	32,44	7,58	28	2,75	0,60	28	114,5	13,7
	75		37,55	6,93		2,99	0,53		115,9	12,8
NG	65	10	34,48	11,09	10	2,97	1,00	10	118,0	13,2
	75		37,18	7,57		2,90	0,43		115,3	15,1
UG	65	18	31,68	5,88	18	2,67	0,47	18	113,6	14,1
	75		37,89	6,58		3,07	0,60		116,4	11,1
R	65	10	34,78	9,01	10	3,05	0,87	10	115,9	15,2
	75		34,02	4,75		2,82	0,36		108,8	10,7
NR	65	18	30,69	6,02	18	2,57	0,39	18	114,0	13,0
	75		38,48	7,39		3,02	0,57		110,9	11,9
S										
NS	65	25	32,51	7,72	25	2,77	0,67	25	114,8	14,0
	75		37,16	7,10		2,99	0,55		114,9	12,2
HY	65	12	34,86	8,24	12	2,97	0,81	12	121,9	13,5
	75		31,53	7,85		2,96	0,47		119,6	14,4
NHY	65	16	30,03	6,23	16	2,53	0,37	16	107,7	10,1
	75		36,20	5,62		3,02	0,58		112,8	10,9
		O ₂ P-80W			R ₁₀ ey-80W			R ₁₀ d ₃ -80W		
A	65	28	10,42	1,07	28	187,6	26,6	28	100,9	13,0
	75		10,48	2,23		203,8	32,0		96,9	15,0
NG	65	10	9,88	0,97	10	184,4	29,3	10	99,4	13,5
	75		10,82	1,43		192,7	37,6		93,2	13,5
UG	65	18	10,64	1,06	18	190,3	26,5	18	100,8	13,1
	75		10,20	2,76		213,1	24,0		100,0	15,9
R	65	10	10,43	1,24	10	191,3	28,1	10	105,0	14,8
	75		11,17	1,00		203,3	18,6		98,3	8,8
NR	65	18	10,43	0,98	18	186,6	26,8	18	97,5	11,1
	75		10,36	2,53		203,5	36,9		96,8	17,0
S										
NS	65	25	10,40	1,09	25	187,8	27,1	25	99,1	11,3
	75		10,57	2,29		203,2	33,4		98,1	15,4
HY	65	12	10,00	1,10	12	201,8	22,8	12	109,6	10,5
	75		10,29	2,90		221,4	14,9		109,6	2,6
NHY	65	16	10,84	0,89	16	175,4	24,8	16	91,1	7,4
	75		10,65	1,56		188,9	35,4		86,2	8,9
		IV/O ₂ P-80W			O ₂ P _{max}			Q _{max} = IV/O ₂ P _{max}		
A	65	28	74,3	12,6	28	12,29	1,85	28	63,0	11,4
	75		83,7	41,8		10,66	2,50		88,1	43,7
NG	65	10	69,5	11,8	10	10,83	1,59	10	64,6	13,8
	75		70,6	10,1		10,74	1,93		73,2	19,3
UG	65	18	76,2	12,7	18	12,86	1,68	18	63,0	10,2
	75		94,8	54,6		10,86	2,89		99,5	53,3
R	65	10	75,2	14,6	10	12,18	2,05	10	65,6	12,7
	75		74,1	7,2		11,09	2,03		80,3	27,3
NR	65	18	73,6	11,3	18	12,38	1,76	18	61,8	10,2
	75		86,7	49,5		10,62	2,75		90,8	48,3
S										
NS	65	25	73,8	12,6	25	12,16	1,79	25	63,3	11,5
	75		83,6	43,8		10,75	2,60		86,4	44,1
HY	65	12	79,5	13,5	12	12,73	1,53	12	65,1	12,7
	75		89,2	54,1		11,45	1,67		99,6	50,9
NHY	65	16	59,0	9,5	16	11,55	2,09	16	58,9	7,2
	75		79,1	29,5		10,66	3,09		71,9	30,4

Tafel 10 Prozentuale Abweichung der Mittelwerte 1965 auf 1975,
im Vergleich der Altersdekaden

	Alters- dekade	A	NG	ÜG	R	NR	S	NS	HY	NHY
VO ₂ -R	IV 1901..10	-15,0	-9,5	-25,6	-51,1	-6,2		-13,7	-7,8	-19,1
	III 1911..20	-6,3	-11,3	-4,5	-4,9	-14,1		-7,1	-12,5	-1,4
	II 1921..30	-10,3	-7,3	-8,9	-10,2	-6,8	-3,3	-9,4	-3,1	-11,1
	I 1931..40	-26,7	-25,7	-25,9	-26,8	-29,5	-31,4	-27,5	-10,3	-31,5
VK-R	IV 1901..10	-10,4	-12,9	-9,8	-12,5	-9,4		-9,7	12,7	-7,8
	III 1911..20	-4,9	-11,9	-2,8	-3,5	-5,7		-4,1	-5,8	-4,0
	II 1921..30	-3,1	-4,1	-1,5	-4,7	1,0	10,1	-4,0	-1,0	-3,0
	I 1931..40	-2,2	0	0	-9,5	-4,1	2,1	-6,8	-23,9	2,2
AA-R	IV 1901..10	13,2	29,8	1,2	12,1	22,6		14,5	-1,7	30,5
	III 1911..20	2,1	20,7	-3,9	2,1	3,9		2,4	5,7	3,5
	II 1921..30	6,9	-2,7	10,7	5,4	8,2	25,7	4,3	8,7	6,1
	I 1931..40	24,1	34,6	9,1	10,7	36,7	37,0	19,4	2,7	41,2
P-R	IV 1901..10	1,4	-6,2	6,6	-7,2	5,9		1,5	4,3	-0,2
	III 1911..20	-2,8	-5,4	-1,4	-4,1	0		-2,8	0	-5,6
	II 1921..30	-4,6	-8,4	-3,7	-5,9	-3,4	-6,5	-5,4	-5,2	-5,7
	I 1931..40	-2,6	4,0	-7,6	2,5	-4,1	-1,4	-2,5	11,5	-4,0
O ₂ P-R	IV 1901..10	-11,1	-0,6	-20,0	-18,1	-11,5		-13,3	-9,6	-17,6
	III 1911..20	-3,5	-5,1	-1,1	-0,3	-6,7		-4,0	-11,4	2,5
	II 1921..30	-7,1	-0,3	-10,0	-6,7	-6,7	-0,5	-6,8	-1,7	-7,9
	I 1931..40	-25,0	-27,7	-16,7	-23,1	-29,3	-31,8	-23,5	8,8	-27,9
IN _{SY} -R	IV 1901..10	4,0	7,8	3,5	3,5	3,5		4,5	4,1	3,0
	III 1911..20	3,7	3,7	7,4	7,4	3,7		3,7	10,4	0
	II 1921..30	5,9	-1,1	0,6	-0,3	0,5	-5,8	0,3	1,5	-2,2
	I 1931..40	-3,7	-3,6	-3,7	-3,7	-7,1	-3,7	-3,7	3,6	-3,7

Tafel 11 Prozentuale Abweichung der Mittelwerte 1965 auf 1975,
im Vergleich der Altersdekaden

	Alters- dekade	A	NG	ÜG	R	NR	S	NS	HY	NIY
RR _{di} -R	IV 1901...10	1,4	3,1	3,4	-0,9	4,4		4,1	2,7	0,9
	III 1911...20	0	11,8	0	5,6	0		5,6	5,0	0
	II 1921...30	2,5	6,9	0,5	2,4	0,6	-5,1	1,9	-1,0	1,9
	I 1931...40	0	5,9	-5,3	0	0	5,9	0	10,5	5,9
HV	IV 1901...10	5,7	15,5	5,5	10,0	6,6		6,7	13,4	8,5
	III 1911...20	4,8	5,0	4,2	3,1	8,2		5,1	-0,3	8,5
	II 1921...30	5,6	4,9	5,7	4,4	6,9	10,5	4,8	6,9	0,9
	I 1931...40	2,0	-0,7	5,3	2,8	0	7,0	0	11,0	0
VO ₂ - 80%	IV 1901...10	4,7	6,6	4,5	2,3	6,1		5,2	8,7	1,4
	III 1911...20	1,7	4,3	0,8	3,4	0,4		2,1	2,1	1,7
	II 1921...30	2,5	3,0	2,1	2,1	2,1	3,0	2,1	2,5	-0,4
	I 1931...40	-0,8	0,4	-1,7	0	-2,5	0,8	-1,7	2,4	-0,4
AA _{IV} - 80%	IV 1901...10	15,8	7,8	19,6	-2,2	25,4		14,3	13,4	20,6
	III 1911...20	14,4	13,2	13,7	12,2	14,5		15,1	20,6	7,4
	II 1921...30	14,2	13,5	12,5	14,2	10,2	3,5	12,2	8,1	13,0
	I 1931...40	2,6	15,0	-7,3	15,2	-3,7	1,5	5,2	8,7	2,3
AA-80%	IV 1901...10	8,7	-2,4	15,0	-7,5	17,5		7,9	-0,3	19,4
	III 1911...20	13,0	7,8	14,8	9,7	14,6		13,8	20,3	7,6
	II 1921...30	13,6	9,5	8,7	8,7	9,0	0	8,7	8,7	9,1
	I 1931...40	4,6	9,5	-4,2	13,6	0	0	9,1	4,4	4,6
P-SC	IV 1901...10	1,3	-2,3	2,5	-6,1	2,5		0,1	-2,0	4,7
	III 1911...20	2,7	3,3	2,5	3,9	0,9		2,2	9,2	-1,8
	II 1921...30	0	-0,9	0,9	-0,9	1,8	-3,7	0	-8,3	0
	I 1931...40	-3,3	-0,8	-4,3	1,7	-5,7	-3,3	-1,7	5,0	-4,2

Tafel 12 Prozentuale Abweichung der Mittelwerte 1965 auf 1975,
im Vergleich der Altersdekaden

	Alters- dekade	A	NG	ÜG	R	NR	S	NS	HY	NIY
$O_2P_{-80\%}$ III	IV 1901...10	0,6	9,5	-4,1	7,1	-0,7		1,6	2,9	-1,8
	III 1911...20	1,3	2,7	0,4	2,4	1,4		1,8	-3,3	4,4
	II 1921...30	2,8	5,9	1,9	4,7	0	6,4	2,9	-1,5	3,7
	I 1931...40	-2,8	-8,3	2,9	0	-7,1	-8,9	0	-14,8	4,0
$RR_{sy-80\%}$ III	IV 1901...10	8,6	4,5	12,0	6,3	9,1		8,2	9,7	7,7
	III 1911...20	8,7	11,5	7,5	10,0	5,8		8,3	13,1	5,2
	II 1921...30	5,7	6,1	8,6	5,7	8,8	0	8,6	7,9	0
	I 1931...40	9,1	5,7	2,9	12,1	0	2,9	5,9	8,3	2,9
$RR_{di-80\%}$ III	IV 1901...10	-4,0	-6,2	-0,7	-6,4	-0,8		-1,0	-0,1	-5,9
	III 1911...20	0,1	7,0	-2,4	1,2	-3,4		-0,1	3,2	-2,6
	II 1921...30	1,0	2,2	2,1	0	3,2	-2,2	1,0	-1,0	1,1
	I 1931...40	0	5,6	-5,0	5,6	0	-5,3	0	10,0	0
$O_2P_{-80\%}$ IV	IV 1901...10	12,7	1,5	24,5	-1,6	17,9		13,2	12,1	14,6
	III 1911...20	2,9	0,1	3,8	2,3	4,1		2,1	0,2	4,3
	II 1921...30	2,1	0	2,9	-1,2	5,8	1,6	1,6	-6,0	1,3
	I 1931...40	3,4	4,9	2,6	5,1	3,0	9,8	1,6	24,9	-3,7
$O_{2P_{max}}$ III	IV 1901...10	-13,3	-0,8	-15,6	-9,0	-14,2		-11,6	-10,1	-15,1
	III 1911...20	-7,5	-1,1	-9,7	-8,3	-4,7		-6,5	-17,1	-0,2
	II 1921...30	-1,9	0,6	-2,4	-1,3	-1,7	10,6	-2,9	-1,3	-1,0
	I 1931...40	1,6	-5,4	9,6	-2,4	3,8	3,0	2,4	2,5	1,5
$Q_{max=IV}$ $O_{2I_{max}}$	IV 1901...10	39,9	13,4	57,9	22,4	46,9		36,5	46,4	28,3
	III 1911...20	34,3	4,6	14,9	13,3	9,4		12,6	26,1	3,0
	II 1921...30	9,2	6,6	9,9	6,0	13,3	9,1	8,0	10,2	7,9
	I 1931...40	2,0	4,7	0,3	4,9	0,3	11,5	-2,1	11,5	0

Tafel 15 Meßdaten-Auswertung der Untersuchung $\boxed{AA_{\max}}$ der Altersdekaden I...IV f. 1965 u. 1975 an ausgewählten Personengruppen

Altersdekade		I		II		III		IV		$\Delta \bar{x}_{\text{rel}}$ [%]
Pers. Gr.	Unters. Jahr	$\bar{x}$	s_{n-1}	$\bar{x}$	s_{n-1}	$\bar{x}$	s_{n-1}	$\bar{x}$	s_{n-1}	
A	65	2,99	0,60	3,21	0,86	3,27	0,64	3,33	0,57	11,4
	75	3,35	0,59	3,34	0,79	3,44	0,65	3,37	0,56	0,6
	$\Delta \frac{75}{65} [\%]$	+12		+4,0		+5,2		+1,2		
NG	65	2,98	0,61	3,19	0,82	3,25	0,68	3,35	0,66	12,4
	75	3,22	0,51	3,38	0,85	3,39	0,68	3,40	0,68	5,6
	$\Delta \frac{75}{65} [\%]$	+8,0		+6,0		+4,3		+1,5		
UG	65	3,00	0,58	3,23	0,89	3,14	0,61	3,31	0,47	10,3
	75	3,47	0,94	3,39	0,78	3,46	0,67	3,26	0,40	-6,0
	$\Delta \frac{75}{65} [\%]$	+16		+5,0		+10		-1,5		
S	65	-	-	3,25	0,73	3,45	0,59	3,44	0,87	0
	75	-	-	-	-	3,41	0,62	3,45	0,60	0
	$\Delta \frac{75}{65} [\%]$	-	-	-	-	-1,1		0,3		

relative Abweichungen der Mittelwerte $\bar{x}$

$$\Delta \frac{75}{65} [\%] = \frac{\bar{x}_{75} - \bar{x}_{65}}{\bar{x}_{65}} \cdot 100$$

f. Untersuchungsdezenium

$$\Delta \bar{x}_{\text{rel}} [\%] = \frac{\bar{x}_{\text{IV}} - \bar{x}_{\text{I}}}{\bar{x}_{\text{I}}} \cdot 100$$

der Altersdekaden

Tafel 14 Vergleich der Quotienten $\frac{O_2P_{\max}}{AA}$ aus den Mittelwerten $\bar{x}$ der Altersdekaden I...IV f. 1965 u. 1975, sowie deren relativer Abweichungen $\Delta\bar{x}_{rel}$ [%] und $\Delta 75/65$ [%] an ausgewählten Personengruppen

			I	II	III	IV	$\Delta\bar{x}_{rel}$ [%]
$\frac{O_2P-R}{AA-R}$	A	65	1,4	1,3	1,1	0,8	-40
		75	0,8	1,1	1,1	0,6	-23
		$\Delta 75/65$	-40	-13	-5,4	-23	
	NG	65	1,1	1,2	1,1	0,8	-25
		75	0,9	1,4	0,9	0,6	-31
		$\Delta 75/65$	-46	+2,9	-22	-23	
	ÜG	65	1,1	1,2	1,1	0,9	-22
		75	0,8	1,0	1,1	0,7	-18
		$\Delta 75/65$	-24	-19	+4,7	-20	
	R	65	1,4	1,3	1,1	0,7	-47
		75	1,0	1,2	1,0	0,5	-44
		$\Delta 75/65$	-30	-12	-3,8	-27	
$\frac{O_2P-80W}{AA-80W}$	A	65	4,9	4,8	4,5	3,7	-24
		75	4,5	4,4	4,0	3,5	-23
		$\Delta 75/65$	-7,0	-9,2	-11	-6,2	
	NG	65	5,2	4,9	4,3	3,3	-37
		75	4,4	4,7	4,0	3,7	-15
		$\Delta 75/65$	-16	-3,3	-7,0	+12	
	ÜG	65	4,3	4,7	4,6	3,2	-9,9
		75	4,7	4,4	4,1	3,4	-27
		$\Delta 75/65$	-7,4	-6,2	-9,9	-13	
	R	65	4,6	4,6	4,2	3,5	-24
		75	4,0	4,4	4,0	4,0	-1,2
		$\Delta 75/65$	-12	-3,5	-5,2	+15	
$\frac{O_2P_{\max}}{AA_{\max}}$	A	65	4,3	4,1	3,9	3,7	-14
		75	3,9	3,9	3,4	3,2	-18
		$\Delta 75/65$	-9,4	-5,4	-12	-14	
	NG	65	4,4	4,0	3,7	3,2	-26
		75	3,8	3,8	3,5	3,2	-18
		$\Delta 75/65$	-12	-5,5	-4,9	-2,2	
	ÜG	65	4,2	4,1	4,1	3,9	-6,5
		75	4,0	3,8	3,4	3,3	-15
		$\Delta 75/65$	-5,3	-7,3	-18	-14	

$$\Delta 75/65 \text{ [%]} = \frac{\bar{x}_{75} - \bar{x}_{65}}{\bar{x}_{65}} \cdot 100$$

f. Untersuchungsdezenium

$$\Delta\bar{x}_{rel} \text{ [%]} = \frac{\bar{x}_{IV} - \bar{x}_I}{\bar{x}_I} \cdot 100$$

de. Altersdekaden

Tafel 15 . Signifikanzen

Alters- dekade	zu verglei- chende Grup- pen 65/75	VO ₂ -R	VK-R	O ₂ P-R	HV	AMV-80	AA-80	O ₂ P-M	Q-M
I	A	∅	∅	xxx	∅	∅	∅	∅	∅
	ÜG	∅	∅	∅	∅	x	∅	∅	∅
	R	∅	∅	∅	∅	x	∅	∅	∅
	S	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅
	HYP	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅
II	A	xxx	∅	∅	x	xxx	xxx	∅	xxx
	ÜG	∅	∅	∅	x	x	x	∅	xxx
	R	∅	∅	∅	∅	x	x	∅	x
	S	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅
	HYP	∅	∅	∅	x	∅	∅	∅	∅
III	A	∅	∅	∅	∅	xxx	xxx	∅	∅
	ÜG	∅	∅	∅	∅	xxx	xx	x	xx
	R	∅	∅	∅	∅	xx	x	∅	∅
	S	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅
	HYP	∅	∅	∅	∅	∅	xxx	xx	xxx
IV	A	x	xxx	x	∅	xx	∅	xx	xxx
	ÜG	xxx	x	∅	∅	xx	x	x	xx
	R	xxx	∅	∅	∅	∅	∅	x	x
	S	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅
	HYP	∅	x	∅	∅	∅	∅	x	x

xxx : 0,001 > p = hochgradig signifikant

xx : 0,01 > p > 0,001 = signifikant

x : 0,05 > p > 0,01 = wahrscheinlich signifikant

∅ : keine Signifikanz feststellbar

Parameter, bei denen durchweg keine Signifikanzen feststellbar waren, sind nicht aufgeführt

Lebenslauf

1947	9.5.	geboren in Kolbermoor Vater: Franz Thalhammer Mutter: Martina Thalhammer, geb. Falter
1954	September	Eintritt in die Volksschule
1959	September	Übertritt in die damalige Oberrealschule Rosenheim, jetzt Finsterwalder-Gymnasium
1969	Juli	Reifeprüfung an o.a. Gymnasium
1969	Juli	Einberufung zur Bundeswehr Ausbildung zum technischen Offizier
1972	Mai	Studium der Medizin
1973	April	Vorphysikum an der Universität in München
1974	Oktober	Physikum an der Universität in München
1975	August	Erster Abschnitt der ärztlichen Prüfung
1977	September	Zweiter Abschnitt der ärztlichen Prüfung
1978	November	Dritter Abschnitt der ärztlichen Prüfung
1978	November	Approbation als Arzt erteilt
1978	November	Ernennung zum Stabsarzt
1980	November	Ernennung zum Oberstabsarzt Weiterbildung zum Arzt für Hals-Nasen-Ohren Krankheiten

